* NOTICES *
JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]
[Claim 1] Four optical circulators which are the optical circuits for an optical pass arrangement which have at least four extraneous light input/output port, and have said extraneous light input/output port, the input/output port connected, input port, and an output port, respectively, Four uni-directional optical amplification means to input the signal light from the output port of these optical circulators, respectively, and to amplify it, The optical circuit for an optical pass arrangement characterized by inputting the signal light outputted from these four uni-directional optical amplification means, respectively, and having the optical control means which controls the output to the input port of said optical circulator of this signal light.
[Claim 2] Said optical control means is an optical circuit for an optical pass arrangement according to claim 1 characterized by consisting of two light wave length multiplexing/demultiplexing circuits and two or more optical cross-connect ADODOROPPU switches.
[Claim 3] Said optical cross-connect ADODOROPPU switch The transparency joint port selection optical switch which chooses two or more inputted lightwave signals suitably, and outputs them from said one near light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, The output crossbar actuation optical switch which inputs the lightwave signal from this transparency joint port selection optical switch, and changes and outputs an output destination change port suitably, The optical circuit for an optical pass arrangement according to claim 2 characterized by being constituted by the transparency joint port selection optical switch which chooses suitably the output destination change port where the lightwave signal from this output crossbar actuation optical switch is connected to said near light wave length multiplexing/demultiplexing circuit of another side, and outputs it.
[Claim 4] Said optical cross-connect ADODOROPPU switch The output crossbar actuation optical switch which changes and outputs two or more inputted lightwave signals for an output destination change port suitably from said one near light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, The transparency joint port selection optical switch which chooses suitably two or more lightwave signals inputted from this output crossbar actuation optical switch, and outputs them, The transparency joint port selection optical switch which chooses an output destination change port and outputs suitably the lightwave signal inputted from this transparency joint port selection optical switch, The optical circuit for an optical pass arrangement according to claim 2 characterized by being constituted by the output crossbar actuation optical switch which chooses suitably the output destination change port where the lightwave signal from this transparency joint port selection optical switch is connected to said near light wave length multiplexing/demultiplexing circuit of another side, and outputs it.
[Claim 5] The 1st thru/or the 4th optical circulator in which each has the optical input/output port to which each of the 1st thru/or 4th extraneous light input/output port is

connected, optical input port, and an optical output port, The 1st four optical input/output port to which said the 1st thru/or each optical input port of the 4th optical circulator is connected corresponding to 1 to 1, and -- this -- with 1 which has the 2nd four different optical input/output port from the 1st four optical input/output port, or two or more light wave length multiplexing/demultiplexing circuits Among the 2nd four optical input/output port of said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit corresponding to 1 to 1 in the 1st thru/or each optical output port of the 4th optical circulator [with each optical output port of said the 1st thru/or 4th optical circulator, and the 2nd four optical input/output port of said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit] Connect and it has 1st thru/or 4th four uni-directional optical amplification means to amplify and output the lightwave signal spread in the direction which goes to the 2nd four optical input/output port of said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit from the 1st thru/or each optical output port of the 4th optical circulator. It has the 1st thru/or 4th optical input port and 1st thru/or 4th optical output port. Signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 3rd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 4th optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 4th optical output port and except between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and except between the 4th optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and except between the 3rd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and except between the 4th optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 1st optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and except between the 4th optical input port and the 1st optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 1st optical output port. And between the 2nd optical input port

and the 4th optical output port Whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports except between the 3rd optical input port and the 1st optical output port And switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects selectable to arbitration (j= 1, 2, --, N), Or it has the 1st thru/or 4th optical input port and the 1st thru/or the 4th optical output port. Signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 3rd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 4th optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 4th optical output port and except between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and except between the 4th optical input port and the 2nd optical output port, and] Or all make signal light penetrate between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port, and excluding between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port Intercept signal light between **** input port and an optical output port, or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and except between the 4th optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 1st optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and except between the 4th optical input port and the 1st optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 1st optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 4th optical output port and except between the 3rd optical input port and the 1st optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 2nd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and except between the 2nd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted

among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 4th optical output port and except between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 3rd optical input port and the 1st optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 3rd optical input port and the 1st optical output port and except between the 4th optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 4th optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port. And between the 4th optical input port and the 1st optical output port Whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports except between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port And switch SP-j for 4 input 4 output optical cross-connects selectable to arbitration (j= 1, 2, --, N), Or it has the 1st thru/or 4th optical input port and 1st thru/or 4th optical output port. Optical waveguide between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 1st optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 2nd optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 1st optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 2nd optical input port and the 4th optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 3rd optical input port and the 4th optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 4th optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port An epilogue, It corresponds to the light wave length channel whose either of one 4 input 4 output optical circuit S3-j (j= 1, 2,

--, N) of whether termination of all the other optical input port and optical output ports is carried out is the element of the set LO of a light wave length channel separately. It is arranged, respectively. Such switching circuit S1-j for a total of N 4 input 4 output optical cross-connects, SP-j Or it is the optical circuit for an optical pass arrangement where it comes to connect two or more optical input/output port of said light wave long multiplexing/demultiplexing circuit corresponding to 1 to 1 with each of all the optical input port of 4 input 4 output optical circuit S3-j and optical output ports, these optical input port, and an optical output port, respectively. It is a form about eight relatively prime sets A-1 whose optical input/output port of said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit is the set about the light wave length multiplexing/demultiplexing to set LO[of a light wave length channel] = {lambdaj} (i= 1, 2, --, N), A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7, and A-8. The optical waveguide which accomplishes and connects the 1st input/output port by the side of multiplexing which is the element of which the set A-1 of the optical input/output port of a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, and the optical output port of the 1st uni-directional optical amplification means, The optical waveguide which connects the 2nd input/output port by the side of multiplexing which is the element of which the set A-2 of those other than set A-1 of the optical input/output port of a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, and the optical output port of the 2nd uni-directional optical amplification means, The optical waveguide which connects the 3rd input/output port by the side of multiplexing which is the element of the set A-1 of the optical input/output port of a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, and which the set A-3 of those other than A-2, and the optical output port of the 3rd uni-directional optical amplification means, The optical waveguide which connects the 4th input/output port by the side of multiplexing which is the element of which the set A-4 of those other than the set A-1 of the optical input/output port of a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, A-2, and A-3, and the optical output port of the 4th uni-directional optical amplification means, The optical waveguide which connects the 5th input/output port by the side of multiplexing which is the element of which the set A-5 of those other than the set A-1 of the optical input/output port of a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, A-2, A-3, and A-4, and the optical input port of the 1st optical circulator, The optical waveguide which connects the 6th input/output port by the side of multiplexing which is the element of which the set A-6 of those other than the set A-1 of the optical input/output port of a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, A-2, A-3, A-4, and A-5, and the optical input port of the 2nd optical circulator, The optical waveguide which connects the 7th input/output port by the side of multiplexing which is the element of which the set A-7 of those other than the set A-1 of the optical input/output port of a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, A-2, A-3, A-4, A-5, and A-6, and the optical input port of the 3rd optical circulator, The optical waveguide which connects the 8th input/output port by the side of multiplexing which is the element of which the set A-8 of those other than the set A-1 of the optical input/output port of a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, and A-7, and the optical input port of the 4th optical circulator, The optical waveguide which connects the optical input port of said 1st uni-directional optical amplification means, and the optical output port of said 1st optical circulator, The optical waveguide which connects the optical input port of said 2nd uni-directional optical amplification means, and the optical output port of said 2nd optical circulator, The optical waveguide which connects the optical input port of said 3rd uni-directional optical amplification means, and the optical output port of said 3rd optical circulator, The optical waveguide

which connects the optical input port of said 4th uni-directional optical amplification means, and the optical output port of said 4th optical circulator, Switching circuit S1-i for optical cross-connects corresponding to element lambdai (i= 1, 2, --, N) of the set LO of a light wave length channel, The optical waveguide which connects altogether the 1st optical input/output port by the side of the spectral separation corresponding to wavelength channel lambdai of the set A-1 about the wavelength multiplexing/demultiplexing of the 1st optical input port of either SP-i or optical circuit S3-i, and said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, respectively, The optical waveguide which connects altogether the 2nd optical input/output port by the side of the spectral separation corresponding to wavelength channel lambdai of the set A-2 about the wavelength multiplexing/demultiplexing of the 2nd optical input port of either switching circuit S1-i for optical cross-connects, SP-i or optical circuit S3-i, and said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, respectively, The optical waveguide which connects altogether the 3rd optical input/output port by the side of the spectral separation corresponding to wavelength channel lambdai of the set A-3 about the wavelength multiplexing/demultiplexing of the 3rd optical input port of either switching circuit S1-i for optical cross-connects, SP-i or optical circuit S3-i, and said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, respectively, The optical waveguide which connects altogether the 4th optical input/output port by the side of the spectral separation corresponding to wavelength channel lambdai of the set A-4 about the wavelength multiplexing/demultiplexing of the 4th optical input port of either switching circuit S1-i for optical cross-connects, SP-i or optical circuit S3-i, and said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, respectively, The optical waveguide which connects altogether the 5th optical input/output port by the side of the spectral separation corresponding to wavelength channel lambdai of the set A-5 about the wavelength multiplexing/demultiplexing of the 1st optical output port of either switching circuit S1-i for optical cross-connects, SP-i or optical circuit S3-i, and said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, respectively, The optical waveguide which connects altogether the 6th optical input/output port by the side of the spectral separation corresponding to wavelength channel lambdai of the set A-6 about the wavelength multiplexing/demultiplexing of the 2nd optical output port of either switching circuit S1-i for optical cross-connects, SP-i or optical circuit S3-i, and said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, respectively, The optical waveguide which connects altogether the 7th optical input/output port by the side of the spectral separation corresponding to wavelength channel lambdai of the set A-7 about the wavelength multiplexing/demultiplexing of the 3rd optical output port of either switching circuit S1-i for optical cross-connects, SP-i or optical circuit S3-i, and said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, respectively, Switching circuit S1-i for optical cross-connects, Having the optical waveguide which connects altogether the 8th optical input/output port by the side of the spectral separation corresponding to wavelength channel lambdai of the set A-8 about the wavelength multiplexing/demultiplexing of the 4th optical output port of either SP-i or optical circuit S3-i, and said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, respectively The optical circuit for an optical pass arrangement by which it is characterized.
[Claim 6] Said switching circuit S1-j for optical cross-connects It is formed on 1 or two or more PLC substrates, and has the 1st, two 2nd optical input port and the 1st, and 2nd two optical output ports. Signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 1st optical output port and between the 2nd optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input/output

port between the 1st optical input port and the 1st optical output port and except between the 2nd optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 2nd optical input port and the 1st optical output port. And 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-k which can choose as arbitration whether signal light is intercepted among all the optical input/output port between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 2nd optical input port and the 1st optical output port (k= 1), Each is equipped with the 1st and 2nd spectral separation side [two] light input/output port and multiplexing side [one] light input/output port. Signal light is made to penetrate between the 1st spectral separation side light input/output port and the 1st multiplexing side light input/output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input/output port except between the 1st spectral separation side light input/output port and the 1st multiplexing side light input/output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd spectral separation side light input/output port and the 1st multiplexing side light input/output port. And the 1st thru/or 4th four 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i (i= 1, 2, 3, 4) which can choose as arbitration whether signal light is intercepted among all the optical input/output port except between the 2nd spectral separation side light input/output port and the 1st multiplexing side light input/output port, The optical waveguide which connects the 1st optical input port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, and which 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, The optical waveguide which connects the 2nd optical input port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, and said 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, The optical waveguide which connects the 3rd optical input port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, and which [except said 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1] 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-2, The optical waveguide which connects the 4th optical input port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, and said 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-2, The optical waveguide which connects which [except the 1st optical output port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, said 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, and SS-2] 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-3, The optical waveguide which connects the 2nd optical output port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, and said 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-3, Which [except the 3rd optical output port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, said 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, SS-2, and SS-2] 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-4 The optical waveguide which connects the optical waveguide to connect, and the 4th optical output port of switching circuit S1-j for optical cross-connects and said 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-4, The optical waveguide which connects said 1st multiplexing side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, and said 1st optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, The optical waveguide which connects said 1st multiplexing side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-2, and said 2nd optical input port of 2x2 cross-bar

actuation optical switch circuit CS-1, The optical waveguide which connects said 1st multiplexing side optical output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-3, and said 1st optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, The optical circuit for an optical pass arrangement according to claim 5 characterized by having the optical waveguide which connects said 1st multiplexing side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-4, and said 2nd optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1.

[Claim 7] Said switch SP-j for optical cross-connects Are created on 1 or two or more PLC substrates, and each is equipped with the 1st, two 2nd optical input port and the 1st, and 2nd two optical output ports, and makes signal light penetrate between the 1st optical input port and the 1st optical output port and between the 2nd optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input/output port between the 1st optical input port and the 1st optical output port and except between the 2nd optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 2nd optical input port and the 1st optical output port. And between the 1st optical input port and the 2nd optical output port And the 1st thru/or 4th four 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-k (k= 1, 2, 3, 4) which can choose as arbitration whether signal light is intercepted among all the optical input/output port except between the 2nd optical input port and the 1st optical output port, Each is equipped with the 1st and 2nd spectral separation side [two] light input/output port and multiplexing side [one] light input/output port. Signal light is made to penetrate between the 1st spectral separation side light input/output port and the 1st multiplexing side light input/output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input/output port except between the 1st spectral separation side light input/output port and the 1st multiplexing side light input/output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd spectral separation side light input/output port and the 1st multiplexing side light input/output port. And the 1st thru/or 4th four 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i (i= 1, 2, 3, 4) which can choose as arbitration whether signal light is intercepted among all the optical input/output port except between the 2nd spectral separation side light input/output port and the 1st multiplexing side light input/output port, The optical waveguide which connects the 1st optical input port of switch SP-j for optical cross-connects, and which 2nd optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, The optical waveguide which connects the 2nd optical input port of switch SP-j for optical cross-connects, and said 1st optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, The optical waveguide which connects the 3rd optical input port of switch SP-j for optical cross-connects, and which 1st optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-2 except said 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, The optical waveguide which connects the 4th optical input port of switch SP-j for optical cross-connects, and said 2nd optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-2, The optical waveguide which connects the 1st optical output port of switch SP-j for optical cross-connects, and which 2nd optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-3 except 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1 and CS-2, The optical waveguide which connects the 2nd optical output port of switch SP-j for optical cross-connects, and the 1st optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-3, The optical waveguide which connects the 3rd optical output port of switch SP-j for optical cross-connects, and which 1st optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-4 except 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, CS-2, and CS-3, The optical waveguide

which connects the 4th optical output port of switch SP-j for optical cross-connects; and the 2nd optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-4, The optical waveguide which connects the 1st optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, and which 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, The optical waveguide which connects the 1st optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-2, and said 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, The optical waveguide which connects the 2nd optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-2, and which [except 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1] 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-2, The optical waveguide which connects the 2nd optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, and said 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-2, The optical waveguide which connects the 1st optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-3, and which [except SS-2] 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1 and 1st [of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-3] spectral separation side light input/output port, The optical waveguide which connects the 1st optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-4, and the 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-3, The optical waveguide which connects the 2nd optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-4, and which [except SS-3] 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, SS-2, and 2nd [of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-4] spectral separation side light input/output port, The optical waveguide which connects the 2nd optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-3, and the 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-4, The optical waveguide which connects the 1st multiplexing side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, and the 1st multiplexing side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-3, The optical circuit for an optical pass arrangement according to claim 5 characterized by having the optical waveguide which connects the 1st multiplexing side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-2, and the 1st multiplexing side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-4.

[Claim 8] Said 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-i is an optical circuit for an optical pass arrangement according to claim 6 or 7 characterized by consisting of a Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit, a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit, a Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, or a semi-conductor light amplifier (SOA) mold 2x2 optical-switch circuit.

[Claim 9] Said 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i The inside of four optical input/output port of a Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit, The inside of four optical input/output port of the thing realized using any three optical input/output port, or a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit, What was realized using any three optical input/output port, Or the inside of the optical waveguide which connects between the optical input/output port of the four Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide

light TO switching circuit section in the configuration of a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit, and these four Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit section, The 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit which consists of only optical waveguides which connect between the optical input/output port of the three Mach [any] TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit section and these three Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit section, Or the inside of four optical input/output port of a Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, The inside of four optical input/output port of the thing realized using any three optical input/output port, or a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, What was realized using any three optical input/output port, Or the inside of the optical waveguide which connects between the optical input/output port of the four Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit section in the configuration of a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, and these four Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit section, Consisting of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuits which consist of only optical waveguides which connect between the optical input/output port of the three Mach [any] TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit section and these three Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit section The optical circuit for an optical pass arrangement according to claim 6 or 7 by which it is characterized.

[Claim 10] Said switching circuit S1-j for optical cross-connects All configuration optical circuits are created on one PLC substrate flat surface, and it sees from a substrate top face. Clockwise The 2nd optical output port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, The 1st optical output port, the 3rd optical output port, the 4th optical output port, the 4th optical input port, It is arranged so that each optical input and output port may adjoin each other in order of the 3rd optical input port, the 1st optical input port, and the 2nd optical input port. The optical input/output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-k (k= 1) sees from a substrate top face. Clockwise The 2nd optical input port, the 1st optical input port, the 1st optical output port, Are arranged so that each other may be adjoined in order of the 2nd optical output port, and the optical input/output port of four 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i (i= 1, 2, 3, 4) sees from a substrate top face. Clockwise The 1st spectral separation side light input/output port, the 2nd spectral separation side light input/output port, By being arranged so that each other may be adjoined in order of the 1st multiplexing side light input/output port, and giving moderately spacing of each 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit and a 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit further The optical circuit for an optical pass arrangement according to claim 6 characterized by being the arrangement which neither of the optical waveguides which connects between the optical input port of each 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit and a 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit and an optical output port intersects.

[Claim 11] As for switch SP-j for optical cross-connects, all configuration optical circuits are created on one PLC substrate flat surface. It sees from a substrate top face. Clockwise The 2nd optical output port of switch SP-j for optical cross-connects, The 1st optical output port, the 3rd optical output port, the 4th optical output port, the 4th optical input port, It is arranged so that each optical input and output port may adjoin each other in order of the 3rd optical input port, the 1st optical input port, and the 2nd optical input port. The optical input/output port of four 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-k

(k= 1, 2, 3, 4) sees from a substrate top face. Clockwise The 2nd optical input port, the 1st optical input port, the 1st optical output port, Are arranged so that each other may be adjoined in order of the 2nd optical output port, and the optical input/output port of four 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i (i= 1, 2, 3, 4) sees from a substrate top face. Clockwise The 1st spectral separation side light input/output port, the 2nd spectral separation side light input/output port, By being arranged so that each other may be adjoined in order of the 1st multiplexing side light input/output port, and giving moderately spacing of each 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit further In which optical waveguide which connects between the optical input port of each 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit, and an optical output port Between the 2nd optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, and the 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-2, The optical waveguide which connects between the 1st optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-2, and the 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, respectively, Between the 2nd optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-3, and the 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-4, and the 1st optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-4 2 sets with the optical waveguide which connects between the 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-3, respectively, respectively Every one place, The optical circuit for an optical pass arrangement according to claim 7 characterized by being arrangement without the crossover of the optical waveguide which only a total of two places cross and connects between the other optical input port and an optical output port.

[Claim 12] Said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit is an optical circuit for an optical pass arrangement according to claim 5 characterized by being an array waveguide mold flat-surface optical circuit (AWG).

[Claim 13] One array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 with all the waveguides for optical I/O that do not cross mutually [form the set A-1 about wavelength multiplexing/demultiplexing, A-2, A-3, and A-4, and], One array waveguide flat-surface optical circuit WM-2 with all the waveguides for optical I/O that do not cross mutually [form the set A-5 about wavelength multiplexing/demultiplexing, A-6, A-7, and A-8, and], Switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects and SP-j by which it is arranged according to an individual respectively corresponding to each wavelength channel, and those either is arranged for every wavelength channel, and optical circuit S3-j, Optical input/output port and switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects of said array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 and WM-2, In the light wave length multiplexing/demultiplexing circuit and the switching circuit section for optical cross-connects which consist of optical waveguides which connect the ports corresponding to each of the optical input port of SP-j and optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N), and an optical output port The optical input/output port corresponding to wavelength channel lambdai of arbitration by which [a clockwise rotation or / counter clockwise] the surroundings by the optical I/O waveguide by the side of spectral separation of said the set of array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 of each The 2nd, the 1st, the 3rd, the 4th spectral separation side light input/output port It has stood in a line in order of (A-I/O-d-2-i, A-I/O-d-1-i, A-I/O-d-3-i, A-I/O-d-4-i). and between the optical input/output port located in a line with such sequence The ** into which the optical input/output port by the side of the spectral separation from which the optical input/output port and the

corresponding wavelength channel by the side of all other multiplexing differ does not enter, Optical input/output port has accomplished the ensemble respectively in location for every corresponding wavelength channel. The optical input/output port corresponding to wavelength channel lambdai of arbitration sets to said array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 by the optical I/O waveguide by the side of spectral separation of said the set of array waveguide flat-surface optical circuit WM-2 of each. The surroundings from which optical input/output port serves as sequence of the 2nd, 1st, 3rd, and 4th spectral separation side light input/output port (A-I/O-d-2-i, A-I/O-d-1-i, A-I/O-d-3-i, A-I/O-d-4-i) to the circumference of reverse The 6th, the 5th, the 7th, the 8th spectral separation side light input/output port It has stood in a line in order of (A-I/O-d-6-i, A-I/O-d-5-i, A-I/O-d-7-i, A-I/O-d-8-i). and between the optical input/output port located in a line with such sequence The ** into which the optical input/output port by the side of the spectral separation from which the optical input/output port and the corresponding wavelength channel by the side of all other multiplexing differ does not enter, Optical input/output port has accomplished the ensemble respectively in location for every corresponding wavelength channel. Furthermore, it is related with the wavelength channel to which the ensembles of the optical input/output port for every wavelength channel by the side of spectral separation correspond. The sequence of the list about the wavelength channel to which the ensembles of the optical input/output port for every wavelength channel by the side of the sequence of ****** and said spectral separation of array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 correspond is the sequence mutually same at the circumference of reverse. Furthermore, each switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects, SP-j, And it is related with the wavelength channel to which the ensembles of the optical output port of optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N) correspond. The sequence of the list about the wavelength channel to which the ensembles of the optical input/output port for every wavelength channel by the side of the sequence of ****** and said spectral separation of array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 correspond is the same sequence by the mutually same surroundings. And each switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects, SP-j, And it is related with the wavelength channel to which the ensembles of the optical output port of optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N) correspond. When the sequence of the list about the wavelength channel to which the ensembles of the optical input/output port for every wavelength channel by the side of the sequence of ****** and said spectral separation of array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 correspond is the sequence mutually same at the circumference of reverse On the same flat surface, array waveguide flat-surface optical circuit WM-1, WM-2 and switching circuit S1for 4 input 4 output optical cross-connects-j, It is the arrangement and the configuration of a circuit in which one does not have what crosses mutually by the optical waveguides which connect SP-j and optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N). Array waveguide flat-surface optical circuit WM-1, WM-2 and switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects, SP-j, and optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N), Array waveguide flat-surface optical circuit WM-1, WM-2, and switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects, [whether the optical waveguide which connects between SP-j and optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N), respectively is created on the same flat-surface substrate, and] Or the optical circuit for an optical pass arrangement according to claim 5 characterized by combining each optical input/output port in the form which compares and carries out the flat-surface circuit board of the light wave length multiplexing/demultiplexing section and the flat-surface circuit board of the switching circuit for optical cross-connects by which the individual exception was created, and forming one plane optical circuit.

[Claim 14] In said optical circulator, the light inputted into optical input port The light which was outputted from optical input/output port and inputted from optical input/output port The light which is outputted from an optical output port, is inputted from optical input/output port and outputted from optical input port The light which is fully oppressed, is inputted from an optical output port, and is outputted from optical input/output port is an optical circuit for an optical pass arrangement according to claim 5 characterized by fully being oppressed, not being concerned with the sense of I/O of light between optical input port and an optical output port, but fully oppressing light.

[Translation done.]
* NOTICES *
JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[0001]
[Field of the Invention] This invention relates to the optical circuit for an optical pass arrangement effective in the optical circuit for a communication link.
[0002]
[Description of the Prior Art] The example of a configuration of the conventional optical cross-connect circuit known widely and an optical ad drop circuit is shown in drawing 9 and drawing 10 , respectively. In both drawings 1-1, 1-2, 1-3, and 1-4 the light wave length multiplexing/demultiplexing section 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, and 3-j (j= 1, 2, --, n) for a light amplifier 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 2-1, 2-2, 2-3, and 2-4 2 input 2 output cross-bar actuation optical switch circuit 3-j, Extraneous light input port, 0-2, 0-4, and 0-4-1 - 0-4-n of 0-1, 0-3, and 0-3-1 - 0-3-n are external optical output ports.
[0003] In drawing 9 and drawing 10 , a light amplifier 1-1, 1-2, 1-3, and 1-4 are prepared for compensation of loss of an optical transmission line, and compensation of loss of the part except the light amplifier of an optical cross-connect circuit and the optical ad drop circuit itself. The configuration of each light amplifier 1-1, 1-2, 1-3, and 1-4 Since the reflective spot of the lightwave signal of a connector joint part etc. exists on a general transmission line In order to intercept the reflected light from these reflective spots, to be stabilized and to perform optical amplification, as shown in drawing 11 , the optical isolator 1-i-2-1 which restricts propagation of signal light only in the desired direction of optical transmission, and 1-i-2-2 are prepared before and after the optical amplification section 1-i-1. For this reason, also when carrying out optical amplification of the wavelength multiplexing lightwave signal, the whole of that propagation direction is restricted in the same direction.
[0004] Moreover, generally as the optical amplification section which is the component of a light amplifier 1-1, 1-2, 1-3, and 1-4, the optical amplification section (drawing 12 d) of the rare earth addition optical fiber of the bidirectional excitation (drawing 12 a) by the semiconductor laser for excitation, front excitation (drawing 12 b), and back excitation (drawing 12 c) or a semi-conductor mold is used.

[0005] In order that quartz system glass may usually expand a magnification wavelength band, Zr system fluoride glass and Telluride system glass are used for the host of a rare earth addition optical fiber. Moreover, as addition rare earth, Pr3+ is used for 1.5x10-6m bands for 1.3x10-6m bands (the 1995 autumn SHINGAKUKAI collected works C216 besides Yamada, A.Mori, et al.OFC97, PDP1 reference).
[0006] In addition, for a rare earth addition fiber, 5-1, and 5-2, as for an optical isolator, 7-1, and 7-2, in drawing 12 , the laser for excitation, 6-1, and 6-2 are [4 / a wavelength multiplexing/demultiplexing coupler and 8] flat-surface mold waveguide substrates.
[0007] First, actuation of the optical cross-connect circuit shown in drawing 9 is explained. In the optical cross-connect circuit shown in drawing 9 , optical amplification of the external input port 0-1 and the wavelength multiple-signal light inputted from 0-3 is carried out by the light amplifier 1-1 and 1-3, respectively, and it is separated spectrally for every signal light of each wavelength channel by the light wave length multiplexing/demultiplexing section 2-1 and 2-3. The signal light separated spectrally for every wavelength channel in the light wave length multiplexing/demultiplexing section is inputted into a mutually different 2 input 2 output cross-bar actuation optical switch circuit 3-1 for every pair of the signal light corresponding to the respectively same wavelength channel - 3-n, and change selection of the output port of a cross bar is performed, and it is outputted according to an individual, respectively.
[0008] It is multiplexed by the light wave length multiplexing/demultiplexing section 2-2 and 2-4 for every meeting of two signal light which duplication does not produce in a wavelength channel, respectively, and after optical amplification of this outputted signal light is carried out by the latter light amplifier 1-2 and 1-4, it is outputted from the external output port 0-2 and 0-4.
[0009] Recombination of the indemnity of an optical transmission line and the wavelength channel of two wavelength multiple-signal light, i.e., an optical cross-connect, is realized by the actuation in the optical cross-connect circuit mentioned above.
 [0010] Next, actuation of the optical ad drop circuit shown in drawing 10 is explained. In the optical ad drop circuit shown in drawing 10 , optical amplification of the wavelength multiple-signal light inputted from the external input port 0-1 is carried out with a light amplifier 1-1, and it is separated spectrally for every signal light of each wavelength channel in the light wave length multiplexing/demultiplexing section 2-1. The ad (ADD) input signal light inputted from the external input port 0-3-1 prepared for every signal light separated spectrally for every wavelength channel in the light wave length multiplexing/demultiplexing section and wavelength channel - 0-3-n It is inputted into a mutually different 2 input 2 output cross-bar actuation optical switch circuit 3-1 for every pair of the signal light corresponding to the respectively same wavelength channel - 3-n, and is outputted by performing change selection of the output port of a cross bar according to an individual, respectively.
[0011] One side is multiplexed in the light wave length multiplexing/demultiplexing section 2-2 for every meeting of two signal light which duplication does not produce in a wavelength channel, respectively, and this outputted signal light is outputted as a drop (DROP) output signal light from the external output port 0-4-1 - 0-4-n which were able to prepare another side for every wavelength channel. The wavelength multiple-signal light it was multiplexed [light] in the light wave length multiplexing/demultiplexing section 2-2 is outputted from the external output port 0-2, after optical amplification is carried out with the latter light amplifier 1-2.
[0012] The ad drop of the signal light for every wavelength channel of the indemnity of an optical transmission line and wavelength multiple-signal light is realized by actuation of

the optical ad drop circuit mentioned above.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] since the uni directional light amplifier be being use for the conventional optical cross-connect circuit and the optical ad drop circuit which be mentioned above in order it compensate loss of an optical transmission line and the optical circuit itself , they be that it be fix in the same direction which be altogether decided beforehand about the propagation direction of wavelength multiple signal light and exist , and have the problem that where of a function will be restrict only to a change of two conditions of the path of a cross bar mold as a result .

[0014] The place which this invention was made in view of the above, and is made into the object The inside of an optical fiber is spread in the propagation direction of arbitration about going up and the direction of going down for every wavelength channel. And optical amplification is carried out, responding the wavelength multiple-signal light belonging to two streams accompanying a dynamic change of changing each propagation direction to up Rika going down or lower Rika going up if needed for every wavelength channel each time, and securing the isolation to the propagation direction of signal light. And while realizing eight kinds of optical propagation magnification conditions shown in drawing 6 realized by performing an optical cross-connect for every wavelength channel Choose input/output port as arbitration in the range which does not overlap to four signal light input/output port, respectively for every wavelength channel, and signal light is made to output and input. It is in offering the optical circuit for an optical pass arrangement which can attain implementation of 12 kinds of optical propagation magnification conditions which show two signal light streams in drawing 7 which is all the combination that carries out propagation magnification.

[0015]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, this invention according to claim 1 Four optical circulators which are the optical circuits for an optical pass arrangement which have at least four extraneous light input/output port, and have said extraneous light input/output port, the input/output port connected, input port, and an output port, respectively, Four uni-directional optical amplification means to input the signal light from the output port of these optical circulators, respectively, and to amplify it, Let it be a summary to input the signal light outputted from these four uni-directional optical amplification means, respectively, and to have the optical control means which controls the output to the input port of said optical circulator of this signal light.

[0016] Moreover, this invention according to claim 2 makes it a summary for an optical control means to consist of two light wave length multiplexing/demultiplexing circuits and two or more optical cross-connect ADODOROPPU switches in this invention according to claim 1.

[0017] This invention according to claim 3 is set to this invention according to claim 2. Moreover, said optical cross-connect ADODOROPPU switch The transparency joint port selection optical switch which chooses two or more inputted lightwave signals suitably, and outputs them from said one near light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, The output crossbar actuation optical switch which inputs the lightwave signal from this transparency joint port selection optical switch, and changes and outputs an output destination change port suitably, Let it be a summary to be constituted by the transparency joint port selection optical switch which chooses suitably the output destination change port where the lightwave signal from this output crossbar actuation optical switch is connected to said near light wave length multiplexing/demultiplexing circuit of another

side, and outputs it.
[0018] This invention according to claim 4 is set to this invention according to claim 2. Moreover, said optical cross-connect ADODOROPPU switch The output crossbar actuation optical switch which changes and outputs two or more inputted lightwave signals for an output destination change port suitably from said one near light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, The transparency joint port selection optical switch which chooses suitably two or more lightwave signals inputted from this output crossbar actuation optical switch, and outputs them, The transparency joint port selection optical switch which chooses an output destination change port and outputs suitably the lightwave signal inputted from this transparency joint port selection optical switch, Let it be a summary to be constituted by the output crossbar actuation optical switch which chooses suitably the output destination change port where the lightwave signal from this transparency joint port selection optical switch is connected to said near light wave length multiplexing/demultiplexing circuit of another side, and outputs it.
[0019] The 1st thru/or the 4th optical circulator in which, as for this invention according to claim 5, each has the optical input/output port to which each of the 1st thru/or 4th extraneous light input/output port is connected, optical input port, and an optical output port, The 1st four optical input/output port to which said the 1st thru/or each optical input port of the 4th optical circulator is connected corresponding to 1 to 1, and -- this -- with 1 which has the 2nd four different optical input/output port from the 1st four optical input/output port, or two or more light wave length multiplexing/demultiplexing circuits Among the 2nd four optical input/output port of said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit corresponding to 1 to 1 in the 1st thru/or each optical output port of the 4th optical circulator [with each optical output port of said the 1st thru/or 4th optical circulator, and the 2nd four optical input/output port of said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit] Connect and it has 1st thru/or 4th four uni-directional optical amplification means to amplify and output the lightwave signal spread in the direction which goes to the 2nd four optical input/output port of said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit from the 1st thru/or each optical output port of the 4th optical circulator. It has the 1st thru/or 4th optical input port and 1st thru/or 4th optical output port. Signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 3rd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 4th optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 4th optical output port and except between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and except between the 4th optical input port and the 2nd optical output port, and] Or

signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and except between the 3rd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and except between the 4th optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 1st optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and except between the 4th optical input port and the 1st optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 1st optical output port. And between the 2nd optical input port and the 4th optical output port Whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports except between the 3rd optical input port and the 1st optical output port And switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects selectable to arbitration (j= 1, 2, --, N), Or it has the 1st thru/or 4th optical input port and the 1st thru/or the 4th optical output port. Signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 3rd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 4th optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 4th optical output port and except between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and except between the 4th optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and except between the 3rd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port. And all optical input port between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and except between the 4th optical input port and the 3rd optical output port Intercept signal light between optical output

ports, or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 1st optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and except between the 4th optical input port and the 1st optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 1st optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 4th optical output port and except between the 3rd optical input port and the 1st optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 2nd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and except between the 2nd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 4th optical output port and except between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 3rd optical input port and the 1st optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 3rd optical input port and the 1st optical output port and except between the 4th optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 4th optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port. And between the 4th optical input port and the 1st optical output port Whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports except between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port And switch SP-j for 4 input 4 output optical cross-connects selectable to arbitration (j= 1, 2, --, N), Or it has the 1st thru/or 4th optical input port and 1st thru/or 4th optical output port. Optical waveguide between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and between

the 4th optical input port and the 1st optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 2nd optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 1st optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 2nd optical input port and the 4th optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 3rd optical input port and the 4th optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 4th optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port An epilogue, It corresponds to the light wave length channel whose either of one 4 input 4 output optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N) of whether termination of all the other optical input port and optical output ports is carried out is the element of the set LO of a light wave length channel separately. It is arranged, respectively. Such switching circuit S1-j for a total of N 4 input 4 output optical cross-connects, SP-j Or it is the optical circuit for an optical pass arrangement where it comes to connect two or more optical input/output port of said light wave long multiplexing/demultiplexing circuit corresponding to 1 to 1 with each of all the optical input port of 4 input 4 output optical circuit S3-j and optical output ports, these optical input port, and an optical output port, respectively. The optical input/output port of said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit is the set about the light wave length multiplexing/demultiplexing to set LO[of a light wave length channel] = {lambdaj} (i= 1, 2, --, N). And eight relatively prime sets A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7, and A-8 are formed. Except set A-1 of the optical input/output port of the optical waveguide which connects the 1st input/output port by the side of multiplexing which is the element of which the set A-1 of the optical input/output port of a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, and the optical output port of the 1st uni-directional optical amplification means, and a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit The optical waveguide which connects the 2nd input/output port by the side of multiplexing which is the element of the set A-2 of ******, and the optical output port of the 2nd uni-directional optical amplification means, The optical waveguide which connects the 3rd input/output port by the side of multiplexing which is the element of the set A-1 of the optical input/output port of a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, and which the set A-3 of those other than A-2, and the optical output port of the 3rd uni-directional optical amplification means, The optical waveguide which connects the 4th input/output port by the side of multiplexing which is the element of which the set A-4 of those other than the set A-1 of the optical input/output port of a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, A-2, and A-3, and the optical output port of the 4th uni-directional optical amplification means, The optical waveguide which connects the 5th input/output port by the side of multiplexing which is the element of which the set A-5 of those other than the set A-1 of the optical input/output port of a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, A-2, A-3, and A-4, and the optical input port of the 1st optical circulator, The optical waveguide which connects the 6th input/output port by the side of multiplexing which is the element of which the set A-6 of those other than the

set A-1 of the optical input/output port of a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, A-2, A-3, A-4, and A-5, and the optical input port of the 2nd optical circulator, The optical waveguide which connects the 7th input/output port by the side of multiplexing which is the element of which the set A-7 of those other than the set A-1 of the optical input/output port of a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, A-2, A-3, A-4, A-5, and A-6, and the optical input port of the 3rd optical circulator, The optical waveguide which connects the 8th input/output port by the side of multiplexing which is the element of which the set A-8 of those other than the set A-1 of the optical input/output port of a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, and A-7, and the optical input port of the 4th optical circulator, The optical waveguide which connects the optical input port of said 1st uni-directional optical amplification means, and the optical output port of said 1st optical circulator, The optical waveguide which connects the optical input port of said 2nd uni-directional optical amplification means, and the optical output port of said 2nd optical circulator, The optical waveguide which connects the optical input port of said 3rd uni-directional optical amplification means, and the optical output port of said 3rd optical circulator, The optical waveguide which connects the optical input port of said 4th uni-directional optical amplification means, and the optical output port of said 4th optical circulator, Switching circuit S1-i for optical cross-connects corresponding to element lambdai (i= 1, 2, --, N) of the set LO of a light wave length channel, The optical waveguide which connects altogether the 1st optical input/output port by the side of the spectral separation corresponding to wavelength channel lambdai of the set A-1 about the wavelength multiplexing/demultiplexing of the 1st optical input port of either SP-i or optical circuit S3-i, and said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, respectively, The optical waveguide which connects altogether the 2nd optical input/output port by the side of the spectral separation corresponding to wavelength channel lambdai of the set A-2 about the wavelength multiplexing/demultiplexing of the 2nd optical input port of either switching circuit S1-i for optical cross-connects, SP-i or optical circuit S3-i, and said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, respectively, The optical waveguide which connects altogether the 3rd optical input/output port by the side of the spectral separation corresponding to wavelength channel lambdai of the set A-3 about the wavelength multiplexing/demultiplexing of the 3rd optical input port of either switching circuit S1-i for optical cross-connects, SP-i or optical circuit S3-i, and said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, respectively, The optical waveguide which connects altogether the 4th optical input/output port by the side of the spectral separation corresponding to wavelength channel lambdai of the set A-4 about the wavelength multiplexing/demultiplexing of the 4th optical input port of either switching circuit S1-i for optical cross-connects, SP-i or optical circuit S3-i, and said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, respectively, The optical waveguide which connects altogether the 5th optical input/output port by the side of the spectral separation corresponding to wavelength channel lambdai of the set A-5 about the wavelength multiplexing/demultiplexing of the 1st optical output port of either switching circuit S1-i for optical cross-connects, SP-i or optical circuit S3-i, and said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, respectively, The optical waveguide which connects altogether the 6th optical input/output port by the side of the spectral separation corresponding to wavelength channel lambdai of the set A-6 about the wavelength multiplexing/demultiplexing of the 2nd optical output port of either switching circuit S1-i for optical cross-connects, SP-i or optical circuit S3-i, and said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, respectively, The optical waveguide which connects

altogether the 7th optical input/output port by the side of the spectral separation corresponding to wavelength channel lambdai of the set A-7 about the wavelength multiplexing/demultiplexing of the 3rd optical output port of either switching circuit S1-i for optical cross-connects, SP-i or optical circuit S3-i, and said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, respectively, Switching circuit S1-j for optical cross-connects, Let it be a summary to have the optical waveguide which connects altogether the 8th optical input/output port by the side of the spectral separation corresponding to wavelength channel lambdai of the set A-8 about the wavelength multiplexing/demultiplexing of the 4th optical output port of either SP-i or optical circuit S3-i, and said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, respectively.

[0020] The 1st thru/or the 4th optical circulator by which each optical input port was connected to extraneous light input/output port I/O -1, and 2, 3 and 4, respectively if it was in this invention according to claim 5, It has four uni-directional optical amplification means, 1 or two or more light wave length multiplexing/demultiplexing circuits and the 1st thru/or the 4th, and 12 kinds of optical propagation magnification conditions shown in extraneous light input/output port I/O -1, eight kinds of optical propagation magnification conditions shown in drawing 7 between 2, 3, and 4, and drawing 8 can be realized.

[0021] Moreover, this invention of this invention according to claim 6 is set to this invention according to claim 5. Said switching circuit S1-j for optical cross-connects is formed on 1 or two or more PLC substrates. It has the 1st, two 2nd optical input port and the 1st, and 2nd two optical output ports. Signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 1st optical output port and between the 2nd optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input/output port between the 1st optical input port and the 1st optical output port and except between the 2nd optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 2nd optical input port and the 1st optical output port. And 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-k which can choose as arbitration whether signal light is intercepted among all the optical input/output port between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 2nd optical input port and the 1st optical output port (k= 1), Each is equipped with the 1st and 2nd spectral separation side [two] light input/output port and multiplexing side [one] light input/output port. Signal light is made to penetrate between the 1st spectral separation side light input/output port and the 1st multiplexing side light input/output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input/output port except between the 1st spectral separation side light input/output port and the 1st multiplexing side light input/output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd spectral separation side light input/output port and the 1st multiplexing side light input/output port. And the 1st thru/or 4th four 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i (i= 1, 2, 3, 4) which can choose as arbitration whether signal light is intercepted among all the optical input/output port except between the 2nd spectral separation side light input/output port and the 1st multiplexing side light input/output port, The optical waveguide which connects the 1st optical input port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, and which 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, The optical waveguide which connects the 2nd optical input port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, and said 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, The optical waveguide which connects the 3rd optical input port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, and which [except

said 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1] 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-2, The optical waveguide which connects the 4th optical input port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, and said 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-2, The optical waveguide which connects which [except the 1st optical output port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, said 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, and SS-2] 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-3, The optical waveguide which connects the 2nd optical output port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, and said 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-3, Which [except the 3rd optical output port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, said 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, SS-2, and SS-2] 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-4 The optical waveguide which connects the optical waveguide to connect, and the 4th optical output port of switching circuit S1-j for optical cross-connects and said 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-4, The optical waveguide which connects said 1st multiplexing side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, and said 1st optical input/output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, The optical waveguide which connects said 1st multiplexing side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-2, and said 2nd optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, The optical waveguide which connects said 1st multiplexing side optical output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-3, and said 1st optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, Let it be a summary to have the optical waveguide which connects said 1st multiplexing side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-4, and said 2nd optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1.

[0022] If it is in this invention according to claim 6, in switching circuit S1-j for optical cross-connects Signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 3rd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 4th optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 4th optical output port and except between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 3rd optical output

port and except between the 4th optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and except between the 3rd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and except between the 4th optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 1st optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and except between the 4th optical input port and the 1st optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 1st optical output port. And it can choose as arbitration whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 4th optical output port and except between the 3rd optical input port and the 1st optical output port.

[0023] This invention according to claim 7 is set to this invention according to claim 5. Furthermore, said switch SP-j for optical cross-connects It is created on 1 or two or more PLC substrates, and each is equipped with the 1st, two 2nd optical input port and the 1st, and 2nd two optical output ports. Signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 1st optical output port and between the 2nd optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input/output port between the 1st optical input port and the 1st optical output port and except between the 2nd optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 2nd optical input port and the 1st optical output port. And between the 1st optical input port and the 2nd optical output port And the 1st thru/or 4th four 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-k (k= 1, 2, 3, 4) which can choose as arbitration whether signal light is intercepted among all the optical input/output port except between the 2nd optical input port and the 1st optical output port, Each is equipped with the 1st and 2nd spectral separation side [two] light input/output port and multiplexing side [one] light input/output port. Signal light is made to penetrate between the 1st spectral separation side light input/output port and the 1st multiplexing side light input/output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input/output port except between the 1st spectral separation side light input/output port and the 1st multiplexing side light input/output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd spectral separation side light input/output port and the 1st multiplexing side light input/output port. And the 1st thru/or 4th four 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i (i= 1, 2, 3, 4) which can choose as arbitration whether signal light is intercepted among all the optical input/output port except between the 2nd spectral separation side light input/output port and the 1st multiplexing side light input/output port, The optical waveguide which connects the 1st optical input port of switch SP-j for optical cross-connects, and which 2nd optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, The optical waveguide which connects the 2nd optical input port of switch

SP-j for optical cross-connects, and said 1st optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, The optical waveguide which connects the 3rd optical input port of switch SP-j for optical cross-connects, and which 1st optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-2 except said 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, The optical waveguide which connects the 4th optical input port of switch SP-j for optical cross-connects, and said 2nd optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-2, The optical waveguide which connects the 1st optical output port of switch SP-j for optical cross-connects, and which 2nd optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-3 except 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1 and CS-2, The optical waveguide which connects the 2nd optical output port of switch SP-j for optical cross-connects, and the 1st optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-3, The optical waveguide which connects the 3rd optical output port of switch SP-j for optical cross-connects, and which 1st optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-4 except 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, CS-2, and CS-3, The optical waveguide which connects the 4th optical output port of switch SP-j for optical cross-connects, and the 2nd optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-4, The optical waveguide which connects the 1st optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, and which 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, The optical waveguide which connects the 1st optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-2, and said 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, The optical waveguide which connects the 2nd optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-2, and which [except 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1] 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-2, The optical waveguide which connects the 2nd optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, and said 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-2, The optical waveguide which connects the 1st optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-3, and which [except SS-2] 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1 and 1st [of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-3] spectral separation side light input/output port, The optical waveguide which connects the 1st optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-4, and the 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-3, The optical waveguide which connects the 2nd optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-4, and which [except SS-3] 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, SS-2, and 2nd [of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-4] spectral separation side light input/output port, The optical waveguide which connects the 2nd optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-3, and the 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-4, The optical waveguide which connects the 1st multiplexing side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, and the 1st multiplexing side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-3, Let it be a summary to have the optical waveguide which connects the 1st multiplexing side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-2, and the 1st multiplexing side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-4.

[0024] If it is in this invention according to claim 7, in switch SP-j for optical cross-connects Signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 3rd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 4th optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 4th optical output port and except between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and except between the 4th optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and except between the 3rd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and except between the 4th optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 1st optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and except between the 4th optical input port and the 1st optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 1st optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 4th optical output port and except between the 3rd optical input port and the 1st optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 2nd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and except between the 2nd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 4th optical output port and except between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 3rd optical input

port and the 1st optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 3rd optical input port and the 1st optical output port and except between the 4th optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 4th optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port. And it can choose as arbitration whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 4th optical input port and the 1st optical output port and except between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port.

[0025] This invention according to claim 8 makes it a summary for said 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-i to consist of a Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit, a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit, a Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, or a semi-conductor light amplifier (SOA) mold 2x2 optical-switch circuit in this invention according to claim 6 or 7.

[0026] If it is in this invention according to claim 8, 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-i consists of a Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit, a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit, a Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, or a semi-conductor light amplifier (SOA) mold 2x2 optical-switch circuit.

[0027] Moreover, this invention according to claim 9 is set to this invention according to claim 6 or 7. Said 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i The inside of four optical input/output port of a Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit, The inside of four optical input/output port of the thing realized using any three optical input/output port, or a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit, What was realized using any three optical input/output port, Or the inside of the optical waveguide which connects between the optical input/output port of the four Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit section in the configuration of a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit, and these four Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit section, The 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit which consists of only optical waveguides which connect between the optical input/output port of the three Mach [any] TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit section and these three Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit section, Or the inside of four optical input/output port of a Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, The inside of four optical input/output port of the thing realized using any three optical input/output port, or a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, What was realized using any three optical input/output port, Or the inside of the optical waveguide which connects between the optical input/output port of the four Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit section in the configuration of a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, and these four Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit section, Let it be a summary to consist of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuits which consist of only optical waveguides which connect between the optical input/output port of the three Mach [any] TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit section

and these three Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit section.

[0028] If it is in this invention according to claim 9, 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i The inside of four optical input/output port of a Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit, The inside of four optical input/output port of the thing realized using any three optical input/output port, or a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit, What was realized using any three optical input/output port, Or the inside of the optical waveguide which connects between the optical input/output port of the four Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit section in the configuration of a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit, and these four Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit section, The 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit which consists of only optical waveguides which connect between the optical input/output port of the three Mach [any] TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit section and these three Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit section, Or the inside of four optical input/output port of a Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, The inside of four optical input/output port of the thing realized using any three optical input/output port, or a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, What was realized using any three optical input/output port, Or the inside of the optical waveguide which connects between the optical input/output port of the four Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit section in the configuration of a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, and these four Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit section, It consists of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuits which consist of only optical waveguides which connect between the optical input/output port of the three Mach [any] TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit section and these three Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit section.

[0029] Furthermore, this invention according to claim 10 is set to this invention according to claim 6. All configuration optical circuits are created for said switching circuit S1-j for optical cross-connects on one PLC substrate flat surface. It sees from a substrate top face. Clockwise The 2nd optical output port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, The 1st optical output port, the 3rd optical output port, the 4th optical output port, the 4th optical input port, It is arranged so that each optical input and output port may adjoin each other in order of the 3rd optical input port, the 1st optical input port, and the 2nd optical input port. The optical input/output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-k (k= 1) sees from a substrate top face. Clockwise The 2nd optical input port, the 1st optical input port, the 1st optical output port, Are arranged so that each other may be adjoined in order of the 2nd optical output port, and the optical input/output port of four 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i (i= 1, 2, 3, 4) sees from a substrate top face. Clockwise The 1st spectral separation side light input/output port, the 2nd spectral separation side light input/output port, By being arranged so that each other may be adjoined in order of the 1st multiplexing side light input/output port, and giving moderately spacing of each 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit and a 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit further Let it be a summary to be the arrangement which neither of the optical waveguides which connects between the optical input port of each 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit and a 2x1

transparency joint port selection optical switch circuit and an optical output port intersects.
[0030] If it is in this invention according to claim 10, as for switching circuit S1-j for optical cross-connects, all configuration optical circuits are created on one PLC substrate flat surface. It sees from a substrate top face. Clockwise The 2nd optical output port of switching circuit S1-j for optical cross-connects, The 1st optical output port, the 3rd optical output port, the 4th optical output port, the 4th optical input port, It is arranged so that each optical input and output port may adjoin each other in order of the 3rd optical input port, the 1st optical input port, and the 2nd optical input port. The optical input/output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-k (k= 1) sees from a substrate top face. Clockwise The 2nd optical input port, the 1st optical input port, the 1st optical output port, Are arranged so that each other may be adjoined in order of the 2nd optical output port, and the optical input/output port of four 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i (i= 1, 2, 3, 4) sees from a substrate top face. Clockwise The 1st spectral separation side light input/output port, the 2nd spectral separation side light input/output port, By being arranged so that each other may be adjoined in order of the 1st multiplexing side light input/output port, and giving moderately spacing of each 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit and a 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit further It is the arrangement which neither of the optical waveguides which connects between the optical input port of each 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit and a 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit and an optical output port intersects.
[0031] This invention according to claim 11 is set to this invention according to claim 7. Switch SP-j for cross connect All configuration optical circuits are created on one PLC substrate flat surface, and it sees from a substrate top face. Clockwise The 2nd optical output port of switch SP-j for optical cross-connects, The 1st optical output port, the 3rd optical output port, the 4th optical output port, the 4th optical input port, It is arranged so that each optical input and output port may adjoin each other in order of the 3rd optical input port, the 1st optical input port, and the 2nd optical input port. The optical input/output port of four 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-k (k= 1, 2, 3, 4) sees from a substrate top face. Clockwise The 2nd optical input port, the 1st optical input port, the 1st optical output port, Are arranged so that each other may be adjoined in order of the 2nd optical output port, and the optical input/output port of four 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i (i= 1, 2, 3, 4) sees from a substrate top face. Clockwise The 1st spectral separation side light input/output port, the 2nd spectral separation side light input/output port, By being arranged so that each other may be adjoined in order of the 1st multiplexing side light input/output port, and giving moderately spacing of each 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit further In which optical waveguide which connects between the optical input port of each 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit, and an optical output port Between the 2nd optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, and the 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-2, The optical waveguide which connects between the 1st optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-2, and the 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, respectively, Between the 2nd optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-3, and the 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-4, and the 1st optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-4 2 sets with the optical waveguide which connects between the 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1

transparency joint port selection optical switch circuit SS-3, respectively, respectively Every one place, Only a total of two places cross and let it be a summary to be arrangement without the crossover of the optical waveguide which connects between the other optical input port and an optical output port.

[0032] If it is in this invention according to claim 11, as for switch SP-j for cross connect, all configuration optical circuits are created on one PLC substrate flat surface. It sees from a substrate top face. Clockwise The 2nd optical output port of switch SP-j for optical cross-connects, The 1st optical output port, the 3rd optical output port, the 4th optical output port, the 4th optical input port, It is arranged so that each optical input and output port may adjoin each other in order of the 3rd optical input port, the 1st optical input port, and the 2nd optical input port. The optical input/output port of four 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-k (k= 1, 2, 3, 4) sees from a substrate top face. Clockwise The 2nd optical input port, the 1st optical input port, the 1st optical output port, Are arranged so that each other may be adjoined in order of the 2nd optical output port, and the optical input/output port of four 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i (i= 1, 2, 3, 4) sees from a substrate top face. Clockwise The 1st spectral separation side light input/output port, the 2nd spectral separation side light input/output port, By being arranged so that each other may be adjoined in order of the 1st multiplexing side light input/output port, and giving moderately spacing of each 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit further In which optical waveguide which connects between the optical input port of each 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit, and an optical output port Between the 2nd optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-1, and the 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-2, The optical waveguide which connects between the 1st optical output port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-2, and the 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-1, respectively, Between the 2nd optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-3, and the 1st spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-4, and the 1st optical input port of 2x2 cross-bar actuation optical switch circuit CS-4 Only a total of two places cross one place at a time, respectively, and 2 sets with the optical waveguide which connects between the 2nd spectral separation side light input/output port of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-3, respectively have become arrangement without the crossover of the optical waveguide which connects between the other optical input port and an optical output port.

[0033] Moreover, this invention according to claim 12 makes it a summary for said light wave length multiplexing/demultiplexing circuit to be an array waveguide mold light wave length multi/demulitiplexer (AWG:arrayed-waveguide grating) in this invention according to claim 5.

[0034] If it is in this invention according to claim 12, a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit is an array waveguide mold light wave length multi/demulitiplexer.

[0035] Furthermore, this invention according to claim 13 is set to this invention according to claim 5. One array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 with all the waveguides for optical I/O that do not cross mutually [form the set A-1 about wavelength multiplexing/demultiplexing, A-2, A-3, and A-4, and], One array waveguide flat-surface optical circuit WM-2 with all the waveguides for optical I/O that do not cross mutually [form the set A-5 about wavelength multiplexing/demultiplexing, A-6, A-7, and A-8, and], Switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects and SP-j by which it is

arranged according to an individual respectively corresponding to each wavelength channel, and those either is arranged for every wavelength channel, and optical circuit S3-j, Optical input/output port and switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects of said array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 and WM-2, In the light wave length multiplexing/demultiplexing circuit and the switching circuit section for optical cross-connects which consist of optical waveguides which connect the ports corresponding to each of the optical input port of SP-j and optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N), and an optical output port The optical input/output port corresponding to wavelength channel lambdai of arbitration by which [a clockwise rotation or / counter clockwise] the surroundings by the optical I/O waveguide by the side of spectral separation of said the set of array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 of each The 2nd, the 1st, the 3rd, the 4th spectral separation side light input/output port It has stood in a line in order of (A-I/O-d-2-i, A-I/O-d-1-i, A-I/O-d-3-i, A-I/O-d-4-i). and between the optical input/output port located in a line with such sequence The ** into which the optical input/output port by the side of the spectral separation from which the optical input/output port and the corresponding wavelength channel by the side of all other multiplexing differ does not enter, Optical input/output port has accomplished the ensemble respectively in location for every corresponding wavelength channel. The optical input/output port corresponding to wavelength channel lambdai of arbitration sets to said array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 by the optical I/O waveguide by the side of spectral separation of said the set of array waveguide flat-surface optical circuit WM-2 of each. The surroundings from which optical input/output port serves as sequence of the 2nd, 1st, 3rd, and 4th spectral separation side light input/output port (A-I/O-d-2-i, A-I/O-d-1-i, A-I/O-d-3-i, A-I/O-d-4-i) to the circumference of reverse The 6th, the 5th, the 7th, the 8th spectral separation side light input/output port It has stood in a line in order of (A-I/O-d-6-i, A-I/O-d-5-i, A-I/O-d-7-i, A-I/O-d-8-i). and between the optical input/output port located in a line with such sequence The ** into which the optical input/output port by the side of the spectral separation from which the optical input/output port and the corresponding wavelength channel by the side of all other multiplexing differ does not enter, Optical input/output port has accomplished the ensemble respectively in location for every corresponding wavelength channel. Furthermore, it is related with the wavelength channel to which the ensembles of the optical input/output port for every wavelength channel by the side of spectral separation correspond. The sequence of the list about the wavelength channel to which the ensembles of the optical input/output port for every wavelength channel by the side of the sequence of ****** and said spectral separation of array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 correspond is the sequence mutually same at the circumference of reverse. Furthermore, each switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects, SP-j, And it is related with the wavelength channel to which the ensembles of the optical output port of optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N) correspond. The sequence of the list about the wavelength channel to which the ensembles of the optical input/output port for every wavelength channel by the side of the sequence of ****** and said spectral separation of array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 correspond is the same sequence by the mutually same surroundings. And each switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects, SP-j, And it is related with the wavelength channel to which the ensembles of the optical output port of optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N) correspond. When the sequence of the list about the wavelength channel to which the ensembles of the optical input/output port for every wavelength channel by the side of the sequence of ****** and said spectral separation of array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 correspond is the sequence mutually same at the circumference of reverse

On the same flat surface, array waveguide flat-surface optical circuit WM-1, WM-2 and switching circuit S1for 4 input 4 output optical cross-connects-j, It is the arrangement and the configuration of a circuit in which one does not have what crosses mutually by the optical waveguides which connect SP-j and optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N). Array waveguide flat-surface optical circuit WM-1, WM-2 and switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects, SP-j, and optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N), Array waveguide flat-surface optical circuit WM-1, WM-2, and switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects, [whether the optical waveguide which connects between SP-j and optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N), respectively is created on the same flat-surface substrate, and] Or each optical input/output port is combined in the form which compares and carries out the flat-surface circuit board of the light wave length multiplexing/demultiplexing section and the flat-surface circuit board of the switching circuit for optical cross-connects by which the individual exception was created, and let it be a summary to form one plane optical circuit.

[0036] One array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 with all the waveguides for optical I/O that do not cross mutually [if it is in this invention according to claim 13 / form the set A-1 about wavelength multiplexing/demultiplexing, A-2, A-3, and A-4, and], One array waveguide flat-surface optical circuit WM-2 with all the waveguides for optical I/O that do not cross mutually [form the set A-5 about wavelength multiplexing/demultiplexing, A-6, A-7, and A-8, and], Switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects and SP-j by which it is arranged according to an individual respectively corresponding to each wavelength channel, and those either is arranged for every wavelength channel, and optical circuit S3-j, Optical input/output port and switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects of said array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 and WM-2, In the light wave length multiplexing/demultiplexing circuit and the switching circuit section for optical cross-connects which consist of optical waveguides which connect the ports corresponding to each of the optical input port of SP-j and optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N), and an optical output port The optical input/output port corresponding to wavelength channel lambdai of arbitration by which [a clockwise rotation or / counter clockwise] the surroundings by the optical I/O waveguide by the side of spectral separation of said the set of array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 of each The 2nd, the 1st, the 3rd, the 4th spectral separation side light input/output port It has stood in a line in order of (A-I/O-d-2-i, A-I/O-d-1-i, A-I/O-d-3-i, A-I/O-d-4-i). and between the optical input/output port located in a line with such sequence The ** into which the optical input/output port by the side of the spectral separation from which the optical input/output port and the corresponding wavelength channel by the side of all other multiplexing differ does not enter, Optical input/output port has accomplished the ensemble respectively in location for every corresponding wavelength channel. The optical input/output port corresponding to wavelength channel lambdai of arbitration sets to said array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 by the optical I/O waveguide by the side of spectral separation of said the set of array waveguide flat-surface optical circuit WM-2 of each. The surroundings from which optical input/output port serves as sequence of the 2nd, 1st, 3rd, and 4th spectral separation side light input/output port (A-I/O-d-2-i, A-I/O-d-1-i, A-I/O-d-3-i, A-I/O-d-4-i) to the circumference of reverse The 6th, the 5th, the 7th, the 8th spectral separation side light input/output port It has stood in a line in order of (A-I/O-d-6-i, A-I/O-d-5-i, A-I/O-d-7-i, A-I/O-d-8-i). and between the optical input/output port located in a line with such sequence The ** into which the optical input/output port by the side of the spectral separation from which the optical input/output port and the corresponding wavelength channel by the side of all other multiplexing differ does not

enter, Optical input/output port has accomplished the ensemble respectively in location for every corresponding wavelength channel. Furthermore, it is related with the wavelength channel to which the ensembles of the optical input/output port for every wavelength channel by the side of spectral separation correspond. The sequence of the list about the wavelength channel to which the ensembles of the optical input/output port for every wavelength channel by the side of the sequence of ****** and said spectral separation of array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 correspond is the sequence mutually same at the circumference of reverse. Furthermore, each switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects, SP-j, And it is related with the wavelength channel to which the ensembles of the optical output port of optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N) correspond. The sequence of the list about the wavelength channel to which the ensembles of the optical input/output port for every wavelength channel by the side of the sequence of ****** and said spectral separation of array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 correspond is the same sequence by the mutually same surroundings. And each switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects, SP-j, And it is related with the wavelength channel to which the ensembles of the optical output port of optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N) correspond. When the sequence of the list about the wavelength channel to which the ensembles of the optical input/output port for every wavelength channel by the side of the sequence of ****** and said spectral separation of array waveguide flat-surface optical circuit WM-1 correspond is the sequence mutually same at the circumference of reverse On the same flat surface, array waveguide flat-surface optical circuit WM-1, WM-2 and switching circuit S1for 4 input 4 output optical cross-connects-j, It is the arrangement and the configuration of a circuit in which one does not have what crosses mutually by the optical waveguides which connect SP-j and optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N). Array waveguide flat-surface optical circuit WM-1, WM-2 and switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects, SP-j, and optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N), Array waveguide flat-surface optical circuit WM-1, WM-2, and switching circuit S1-j for 4 input 4 output optical cross-connects, [whether the optical waveguide which connects between SP-j and optical circuit S3-j (j= 1, 2, --, N), respectively is created on the same flat-surface substrate, and] Or each optical input/output port is combined in the form which compares and carries out the flat-surface circuit board of the light wave length multiplexing/demultiplexing section and the flat-surface circuit board of the switching circuit for optical cross-connects by which the individual exception was created, and one plane optical circuit is formed.

[0037] This invention according to claim 14 is set to said optical circulator in this invention according to claim 9. The light into which the light inputted into optical input port was outputted from optical input/output port, and was inputted from optical input/output port The light which is outputted from an optical output port, is inputted from optical input/output port and outputted from optical input port The light which is fully oppressed, is inputted from an optical output port, and is outputted from optical input/output port makes it a summary to fully be oppressed, and not to be concerned with the sense of I/O of light between optical input port and an optical output port, but to fully oppress light.

[0038] If it is in this invention according to claim 14, in an optical circulator, the light inputted into optical input port The light which was outputted from optical input/output port and inputted from optical input/output port The light which is outputted from an optical output port, is inputted from optical input/output port and outputted from optical input port The light which is fully oppressed, is inputted from an optical output port, and is outputted from optical input/output port is fully oppressed, between optical input port and

an optical output port, it is not concerned with the sense of I/O of light, but light is fully oppressed.

[0039]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained using a drawing.

[0040] First, the definition of the expression used with this operation gestalt is indicated below.

[0041] [Definition 1] Set A (A= {a}) and [External Character 1] of input/output port which use input/output port a as the only element when the set L of the wavelength channel of 1:1 when there is set B of the input/output port which does not contain certain input/output port a and this input/output port a in an element and the transmitted wave length channel between said input/output port a is made to correspond by making the set B of input/output port into a domain which is the range of a map (onto one-to-one mapping) exists

It will express, if the set about ****** multiplexing/demultiplexing is formed, and said input/output port a is expressed as the input/output port by the side of multiplexing, and it is expressed as the input/output port by the side of spectral separation of the input/output port which is the element of the set B of said input/output port.

[0042] [Definition 2] The set A of two relatively prime input/output port (waveguide) There is B (A**B=phi). Every at least one transmitted wave length channel in the wavelength field of the input/output port (waveguide) which is the element of the set A of input/output port (waveguide), and the input/output port (waveguide) which is the element of the set B of input/output port (waveguide) made into a problem among all input/output port (waveguide) exists respectively. When a transmitted wave length channel does not exist between the input/output port in each set (waveguide) () Namely, when the signal light L is inputted from input/output port (waveguide) a with the element of the set A of input/output port (waveguide), The signal light L is outputted from any of the element of the set B of input/output port (waveguide), or corresponding input/output port (waveguide) b. Conversely, when the signal light L is inputted from input/output port [of the element of the set B of input/output port (waveguide)] (waveguide) b, The signal light L is outputted from input/output port [of the element of the set A of input/output port (waveguide)] (waveguide) a. Between the elements of the set A of input/output port, and between the elements of the set B of input/output port Signal light is outputted and inputted and it twists, and the sets A and B of input/output port (waveguide) will be expressed if it becomes input port (waveguide) and an output port (waveguide) complementary mutually.

[0043] next, as a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit used in the optical circuit for an optical pass arrangement of this invention When AWG which is the important optical components on the configuration of desirable AWG and the configuration of the optical circuit of this invention, and this AWG are required of the light wave length multiplexing/demultiplexing circuit which constitutes the optical circuit concerning this invention, a property, That is, certification satisfied [of the property that two or more relatively prime sets can be formed] with the set of the input/output port about the wavelength multiplexing/demultiplexing to the set of a wavelength channel with the optical input/output port which one AWG has is shown.

[0044] First, the configuration of AWG is explained with reference to drawing 1 . Drawing 1 is NxN. It is drawing showing the circuitry of AWG (N= 16).

[0045] NxN shown in drawing 1 AWG (N= 16) The two slab waveguide sections 10-1, 10-2, and the optical I/O waveguide section 9-1 and 9-2 that were connected to each of these two slab waveguide sections, Between said two slab waveguide sections 10-1 and 10-2 are connected, and it consists of the array waveguide grating sections 11 which consist of a meeting of the suitable optical waveguide with contiguity waveguide length which carries out fixed-length [every] monotonous increment or monotonous reduction.

[0046] Moreover, the optical I/O waveguide section 9-1 and 9-2 become input waveguide and output waveguide complementary respectively mutually, and consist of sets of the I/O waveguide each number of elements of whose is N individual.

[0047] Furthermore, NxN AWG (N= 16) has LP= {L-P.n} (n= 1, 2, --, 16) which is the set of the input/output port which turns into input port and an output port complementary mutually, and RP= {R-P.m} (m= 1, 2, --, 16).

[0048] however, several input/output port of fleece PEKUTORARU (FSR), wavelength channel spacing (deltalambda), and one side -- between N -- N=FSR/delta -- lambda -- by the optical waveguide which constitutes the optical I/O waveguide section 9-1 prolonged from one slab waveguide 10-1 of NxNAWG which has satisfied relation To the input/output port which each optical waveguide draws sequentially from the optical waveguide side which adjoined the longest optical waveguide of the waveguide length of the two slab waveguide sections 10-1 and the array waveguide grating section 11 which connects 10-2, and has been prolonged, 1, 2, --, Notation L-P. which discriminates the set of the input/output port which assigned N and a port number and has extended from one slab waveguide 10-1 from the set of the input/output port which has extended from the slab waveguide 10-2 of another side, and L in all-P.1, L-P.2, --, Expressed L-P.N and it has extended from the slab waveguide 10-2 of another side. To the input/output port which each optical waveguide draws sequentially from the optical waveguide side which constitutes the two slab waveguide sections 10-1 and the optical I/O waveguide section 9-2 which adjoined the longest optical waveguide of the waveguide length of the array waveguide grating section 11 who connects 10-2, and has been prolonged, 1, 2, --, N and a port number are assigned and let the sets of the input/output port which has extended from the slab waveguide 10-2 be notation R-P. discriminated from the set of the input/output port which has extended from the slab waveguide 10-1, R in all-P.1, R-P.2 and --, and the thing to express as R-P.N.

[0049] Next, AWG performs certification about what the property required of the light wave length multiplexing/demultiplexing circuit which constitutes the light amplifier concerning this invention is satisfied for.

[0050] L-P.1 which consists each input/output port of a notation which identifies input/output port, and an input/output port number as mentioned above, L-P.2, --, L-P.N, R-P.1, R-P.2, --, when it expresses with R-P.N, NxN AWG (main transmitted wave length channel lambdac, wavelength channel spacing deltalambda) complementary mutually Input port, The transmitted wave length lambda (n, m) of input/output port L-P.n (n is the natural number below N) and input/output port R-P.m (m is the natural number below N) used as an output port uses the input/output port numbers n and m, and is [Equation 1].

lambda(n, m) =lambdan+m-N/2=lambdac+deltalambda (n+m-N/2) (0<n+m-N/2 <=N) -- (1)

= lambdan+m+N/2=lambdac+deltalambda (n+m+N/2) (n+m-N / 2<=0) -- (2)

= lambdan+m-3N / 2=lambda c+delta lambda (n+m-3N/2) (N<n+m-N/2) -- (3)

It can express.

[0051] For example, NxN at the time of assigning a number suitably to input/output port, as mentioned above The transmitted wave length between input/output port L-P.6, L-P.7,

L-P.8, L-P.9, and input/output port {R-P.m} (m= 1, 2, --, 16) of AWG (N= 16, FSR=Ndeltalambda) becomes relation as shown in a table 1.
[0052]
[A table 1]

Here, it is NxN. The property required of the light wave length multiplexing/demultiplexing circuit where AWG is needed for the light amplifier of this invention is satisfied, Namely, the integer j of the arbitration which satisfies I0<j<N is received. In **************, the set {L-P.j-1, R-P.2k"+2 (k"=0, 1 and 2, --, N / 2-1)} of {L-P.j, R-P.2K'+1 (K'=0, 1 and 2, --, N / 2-1)} and input/output port is relatively prime. It is shown that it is the set about the wavelength multiplexing/demultiplexing to the set of the same wavelength channel.
[0053] First, the integer k of the arbitration which satisfies the integer j of the arbitration which satisfies 0<j<N, 0 <=k<=N / 2-1 is received. It asks for relation with the transmitted wave length lambda (j-1, 2k+2) between the ports of the transmitted wave length lambda between the ports of input/output port L-P.j and input/output port R-P.2k+1 (j, 2k+1), input/output port L-P.j-1, and input/output port R-P.2k+2 below.
[0054] The integers k and j of the above-mentioned arbitration are used for the sum of the port number between the ports which become each other with input port and an output port complementary in the group of 2 sets of above-mentioned input/output port, and it is n+m=2k+1+j=2k+2+ (j-1).
It can express and both value always becomes equal.
[0055] Therefore, for the above-mentioned transmitted wave length lambda (j, 2k+1) and lambda (j-1, 2k+2), since it is expressed by which same formula of the above-mentioned formula (1), (2), or (3) by any case, the difference with the transmitted wave length lambda (j, 2k+1) and lambda (j-1, 2k+2) is [Equation 2].
lambda(j, 2k+1)-lambda (j-1, 2k+2)
= deltalambda([2k+1]+j-N/2)-deltalambda ([2k+2]+ [j-1] -N/2)
= 0 or [Equation 3]
lambda(j, 2k+1)-lambda (j-1, 2k+2)
= deltalambda([2k+1]+j+N/2)-deltalambda ([2k+2]+ [j-1] +N/2)
= 0 or [Equation 4]
lambda(j, 2k+1)-lambda (j-1, 2k+2)
= deltalambda([2k+1]+j-3N/2)-deltalambda ([2k+2]+[j-1]-3N/2)
= It is set to 0 and, in any case, it turns out that it is the same wavelength.
[0056] It follows. 0<j<N Case L'={[of the transmitted wave length between input/output port L-P.j to the integer j of the arbitration to satisfy, and the input/output port which is the element of C= {R-P.2k'+1:k'=0, 1 and 2, --, N / 2-1} in the case of input/output port] lambda(j, 2k'+1) : k'=0, 1 and 2, --, N/2-1}, input/output port L-P. -- set L"= of the transmitted wave length between j-1 and the input/output port which is the element of set D= {R-P.2k"+2:k" =0, 1 and 2, --, N / 2-1} of input/output port -- {-- lambda(j-1, 2k"+2):k"= -- with N/[0, 1, 2 --, and] 2-1} Since the elements which satisfy ** k'=k" are equal respectively, it is equal (L'=L").
[0057] Furthermore At this time Set C[of the input/output port by the side of spectral separation] = {R-P.2k'+1} The difference of a port number with set D[of N/2-1), and input/output port] = {R-P.2k"+2} (k" = 0, 1, --, N/2 -1) can express (2k'+1)-(2k"+2) =2(k' - k")-1. (-- k'= -- 0, 1, and -- It turns out that C and D are relatively prime in the case of input/output port, and it does not have the common element (input/output port) of each

other since a value is never set to 0 also to the combination of k", natural number [what kind of] k' and.
[0058] It follows. The set {L-P.j, R-P.2k'+1 (k'=0, 1 and 2, --, N / 2-1)} of the input/output port to the integer j of the arbitration which satisfies 0<j<N, and set {L-P.j-1 of input/output port and R-P.2k"+2 (k"=0, 1 and 2, --, N / 2-1) are relatively prime. And it is the set about the wavelength multiplexing/demultiplexing to the set of the same wavelength channel.
[0059] moreover The integer of the arbitration which satisfies 0<j<N similarly is received at j. Set {L-P.j of *************, R-P.3k'+1 (k'=0, 1 and 2, --, N / 3-1)}, and set {L-P.j-2 of the set {L-P.j-1, R-P.3k"+2 (k"=0, 1 and 2, --, N / 3-1)} of input/output port, and input/output port and R-P.3k -- "' -- +3 (K -- "' -- =0, 1 and 2, and --) As opposed to the integer k of the arbitration which satisfies 0 <=k<N/2 about N/3-1} The sum of the port number between the ports which turn into input port and an output port complementary can express n+m=j+(3k+1) =(j-1) +(3k+2) =(J-2)+ (3k+3) to each other using the integers k and j of the above-mentioned arbitration. The difference of the port number of the multiplexing side port during the set of each input/output port which has three persons' value in an always equal thing and the above, [Equation 5]
(3k'+1)-(3k"+2) =3(k' - k")-1 (3k'+1) -(3k"'+3) =3(k' - k"')-2 (3k"+2) - (3k"'+3) -- = -- three (k" - k") - three -- what kind of -- the natural number -- k -- ' -- k -- " -- k -- ' -- ' -- ' -- receiving -- As opposed to the integer j of the arbitration which satisfies 0<j<N since it **** and is not set to 0 Set {L-P.j of *************, R-P.3k'+1 (k'=0, 1 and 2, --, N / 3-1)}, and set {L-P.j-2 of the set {L-P.j-1, R-P.3k"+2 (k"=0, 1 and 2, --, N / 3-1)} of input/output port, and input/output port and R-P.3k -- "' -- +3 (k -- "' -- =0, 1 and 2, and --) It is the set about the wavelength multiplexing/demultiplexing to the set of the wavelength channel same relatively prime as N/3-1}.
[0060] Further again As opposed to the integer j of the arbitration which satisfies 0<j<N similarly Set {L-P.J of *************, R-P.4k'+1 (k'=0, 1 and 2, --, N / 4-1)}, and set {L-P.j-1 of input/output port and R-P.4k' -- 'set {L-P.j-2 of +2(k"=0, 1 and 2, --, N / 4-1)} and input/output port, R-P.4k"' -- +3 (k -- "' -- =0, 1 and 2, and --) N/4-1}, and set {L-P.j-3 of input/output port, R-P.4k""+ (as opposed to the integer k of the arbitration which satisfies 0 <=k<N/2 about 4(k""=0, 1 and 2, --, N / 4-1)}) The sum of the port number between the ports which turn into input port and an output port complementary can express n+m=j+(4k+1) =(j-1) +(4k+2) =(j-2) +(4k+3) =(j-3)+ (4k+4) to each other using the integers k and j of the above-mentioned arbitration, and four persons are always equal, And the difference of the port number of the multiplexing side port during the set of each input/output port which exists above, [Equation 6]
(4k'+1)- = 4 (4k"+2) (k'-k") -1 (4k'+1)- = 4 (4k"'+3) (k'-k"') -2 (4k'+1)- = 4 (4k""+4) (k'-k"") -3 (4k"+2)- = 4 (4k"'+3) (k"-k"') -1 (-- four -- k -- ' -- ' -- + -- two --) - (4k""+4) -- = -- four (k" - k"") - two (4k"'+3) - (4k""+4) -- = -- four 'k"'-k -- "' - one -- what kind of -- the natural number -- k -- ' -- k -- ' -- ' -- k -- ' -- ' -- ' -- receiving -- As opposed to the integer j of the arbitration which satisfies 0<j<N since it **** and is not set to 0 Set {L-P.j of *************, R-P.4k'+1 (k'=0, 1 and 2, --, N / 4-1)}, and set {L-P.j-1 of input/output port and R-P.4k' -- 'set {L-P.j-2 of +2(k"=0, 1 and 2, --, N / 4-1)} and input/output port, R-P.4k"' -- +3 (k -- "' -- =0, 1 and 2, and --) The set {L-P.j-3, R-P.4k""+4 (k""=0, 1 and 2, --, N / 4-1)} of N/4-1}, and input/output port is a set about the wavelength multiplexing/demultiplexing to the set of the same relatively prime and wavelength channel.
[0061] Hereafter, several N' of a set of input/output port and N to form are N/N'. - The same thing can be said as long as 1>=0 is satisfied.

[0062] As mentioned above, NxN AWG is relatively prime and it turns out that the property required of the light wave length multiplexing/demultiplexing circuit which is needed for the light amplifier of this invention with the set of two or more input/output port which forms a set about the wavelength multiplexing/demultiplexing to the set of the same wavelength channel is satisfied.
[0063] Satisfying the property required of the light wave length multiplexing/demultiplexing circuit which constitutes the light amplifier AWG starts this invention as mentioned above is proved.
[0064] Next, while it is shown that it is the switch configuration with which are satisfied of all actuation that switching circuit S1-j for optical cross-connects shown in drawing 2 should fill, it is shown that it is the switch configuration with which are satisfied of all actuation that switch SP-j for optical cross-connects shown in drawing 3 should fill.
[0065] Switching circuit S1-j for optical cross-connects shown in drawing 2 consists of one 2 input 2 output cross-bar actuation optical switch circuit CS-i (i= 1) and four 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i (i= 1, 2, 3, 4).
[0066] Moreover, switch SP-j for optical cross-connects shown in drawing 3 consists of four 2 input 2 output cross-bar actuation optical switch circuit CS-i (i= 1, 2, 3, 4) and four 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i (i= 1, 2, 3, 4).
[0067] Two optical input/output port CS-i-I -1 of 2 input 2 output cross-bar actuation optical switch circuit CS-i which is a component here Transparency / cutoff switching between CS-i-I-optical input/output port CS-i-O -1 of 2 and 2 and CS-i-O -2 the actuation (0-condition concerning CS-j at this operation gestalt --) which changes two operating state as generally called cross-bar switching and shown in a table 2 (a) to arbitration 1-condition is possible. And transparency / cutoff switching between one two optical input/output port SS-i-I/O-L -1 of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i, SS-i-I/O-L -2, and optical input/output port SS-i-I/O-R -1 of another side For example, are in agreement with transparency / cutoff switching which observed only optical remaining input/output port CS-i-I -1, CS-i-I -2, and CS-i-O -1, without making optical output port CS-i-O -2 of the above-mentioned 2 input 2 output cross-bar actuation optical switch circuit into a problem. The actuation (0-condition concerning SS-j at this operation gestalt, 1-condition) which changes two operating state as shown in a table 2 (b) to arbitration is possible.
[0068]
[A table 2]

[A table 3]

As an optical switch circuit which realizes transparency / cutoff switching of such a cross-bar mold A Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit (refer to IEICE.Trans.Electron., E76-C, p.1215, and 1993), A double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit (refer to Electron Letter 32., p.1471, and 1996), A Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, There is a semi-conductor light amplifier (SOA) mold 2x2 optical-switch circuit (refer to Yoshiro Komatsu, OPTRONICS No.12, pp.139-144, and 1997) etc.
[0069] Actuation of 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i is

realized by simplifying a circuit in the range which does not affect switching, not using one input/output port of the arbitration of an optical switch circuit which realizes the above-mentioned cross-bar mold transparency / cutoff switching.
[0070] Switching circuit S1-j for optical cross-connects as shown in drawing 2 by 2 input 2 output cross-bar actuation optical switch circuit CS-1 and 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i (i= 1, 2, 3, 4) which were mentioned above is constituted. Transparency between optical input port and an optical output port and cutoff switching can be realized by switching circuit S1-j for optical cross-connects by making it operate, making it align so that it may become combination as shows the operating state of the optical switch circuit which is each component in a table 3 (a).
[0071]
[A table 4]

That is, switching circuit S1-j for optical cross-connects realizes the following actuation.
[0072] Signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 3rd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 4th optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 4th optical output port and except between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and except between the 4th optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and except between the 3rd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and except between the 4th optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 1st optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and except between the 4th optical input port and the 1st optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the

4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 1st optical output port. And switching circuit S1-j for optical cross-connects can choose as arbitration whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 4th optical output port and except between the 3rd optical input port and the 1st optical output port.

[0073] Moreover, switch SP-j for optical cross-connects as shown in drawing 3 by 2 input 2 output cross-bar actuation optical switch circuit CS-i (i= 1, 2, 3, 4) and 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i (i= 1, 2, 3, 4) is constituted. Transparency between optical input port and an optical output port and cutoff switching can be realized by switch SP-j for optical cross-connects by making it operate, making it align as as combination as shows the operating state of the optical switch circuit which is each component in a table 3 (b).

[0074]

[A table 5]

That is, switch SP-j for optical cross-connects can realize the following actuation.

[0075] Signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 3rd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and except between the 4th optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 4th optical output port and except between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and except between the 4th optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and except between the 3rd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and except between the 4th optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 1st optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 3rd

optical output port and except between the 4th optical input port and the 1st optical'output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 2nd optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 1st optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 2nd optical input port and the 4th optical output port and except between the 3rd optical input port and the 1st optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 2nd optical input port and the 4th optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and except between the 2nd optical input port and the 4th optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 1st optical input port and the 4th optical output port and except between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 3rd optical input port and the 1st optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port. And [whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 3rd optical input port and the 1st optical output port and except between the 4th optical input port and the 2nd optical output port, and] Or signal light is made to penetrate between the 4th optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port. And switch SP-j for optical cross-connects can choose as arbitration whether signal light is intercepted among all the optical input port and optical output ports between the 4th optical input port and the 1st optical output port and except between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port.

[0076] Furthermore, switching circuit S1-j for optical cross-connects is 2 input 2 output cross-bar actuation optical switch circuit CS-1 which is a component as drawing 2 also shows. Arrangement creation can be carried out on the same flat surface, without 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i (i= 1, 2, 3, 4) and the optical waveguide which connects between external I/O ports crossing.

[0077] Moreover, switch SP-j for optical cross-connects can be arranged and created on the same flat surface so that drawing 3 may show, and there may be no part which 2 input 2 output cross-bar actuation optical switch circuit CS-i which is a component, 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit SS-i, and two optical waveguides which connect between external I/O ports cross, in addition crosses.

[0078] Although it is possible to suppress and create the increment in loss by making the intersection of optical waveguide into the cross talk between each optical waveguide and the crossing structure when creating the switching circuit for optical cross-connects in this invention on one flat-surface substrate Since an actual creation top is difficult for making a cross talk into zero thoroughly, and making thoroughly the increment in loss by making it the crossing structure into zero, The arrangement configuration of the switching circuit for optical cross-connects of this invention [whether when accumulating and creating a circuit on one flat-surface substrate, the cross talk and loss resulting from the crossover structure of optical waveguide can be thoroughly made into zero, and] Or since it becomes a flat-surface circuit without the part which has at most two intersections, in addition crosses, the flat-surface mold optical circuit which was excellent in the property about loss and a cross talk can be created, and it is advantageous.

[0079] Furthermore, 2 input 2 output cross-bar actuation optical switch circuit CS-j which

is the component of switching circuit S1-j for optical cross-connects It is the switch which controls the cross connect of two signal light streams especially. Especially this switch A Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit, By considering as the optical switch circuit which can realize high-speed optical switching like a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit and a semi-conductor light amplifier (SOA) mold 2x2 optical-switch circuit A change rate can realize a high-speed change in the signal light packet unit of nsec order to sub-nsec order. At this time, a Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit and a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light LN switching circuit have a comparatively large insertion loss. Since a semi-conductor light amplifier (SOA) mold 2x2 optical-switch circuit deteriorates signal light slightly by NF of SOA using a Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit or a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit -- the insertion loss of switching circuit S1-j for optical cross-connects -- it can penetrate and degradation of signal light can be suppressed.

[0080] Next, with reference to drawing 4 and drawing 5 , the detail of the optical circuit section CORE (optical control means) currently used for the optical circuit for an optical pass arrangement and this optical circuit for an optical pass arrangement concerning the operation gestalt of this invention is explained.

[0081] In the example of the optical circuit section CORE shown in drawing 5 , the set about the wavelength multiplexing/demultiplexing to set LO[of the same wavelength channel] = {lambda4 k+q +1} is formed as a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, and it is the set [several 7] of four relatively prime optical input/output port. PG-1=A-3={L-P.q, R-P.4K+q+1}, PG-2=A-1={L-P.q-1 R-P.4 K+q+2}, PG-3=A-4={L-P.q+1 R-P.4 K+q}, PG-4=A-2={L-P.q-2, NxN which has R-P.4 K+q+3} AWG The set about the wavelength multiplexing/demultiplexing to WM-1 and the set LO of said wavelength channel is formed, and it is the set [several 8] of four relatively prime optical input/output port. PG-5=A-7={L-P.q, R-P.4K+q+1}, PG-6=A-5={L-P.q-1 R-P.4 K+q+2}, PG-7=A-8={L-P.q+1 R-P.4 K+q}, PG - NxN which has 8=A-6= {L-P.q-2, R-P.4 K+q +3} AWG A total of two NxN which consists of WM-2 It is constituted using AWG.

[0082] In addition, please refer to table 4a shown below as a conversion table of optical input/output port to a transmitted wave length channel, a table 4 (b), a table 4 (c), a table 4 (d), and a table 4 (e). A table 4 (c) is the case of q-4m=3, a table 4 (a) is the case of q-4m<2, and table 4e is [a table 4 (b) is the case of 1 <=q-4m<3, and / a table 4 (d) is the case where it has a full circumference property by q-4m=0 and N=2q, and] an example in N= 32.

[0083]

[A table 6]

[A table 7]

[A table 8]

[A table 9]

[A table 10]

However, it is m=int (q/4) here. It is q=int (N/2). At the time of q-4m<1 It is 1, 0, --, m-1. k=-m+1, --, - at the time of 1 <=q-4m<3 Or when it has q-6m=0, N=2q, and a full circumference property, it is k=-m, -m+1, --, -1, 0 and 1, --, m-1, and they are k=-m, -m+1, --, -1, 0 and 1, --, m-1, and m at the time of q-6m=3.

[0084] Furthermore, optical input/output port A-I/O -1, A-I/O -2, A-I/O -3 and A-I/O -4, and optical multiplexing/demultiplexing circuit NxN AWG Optical input/output port L-P.q by the side of multiplexing of WM-1, L-P.q The optical input/output port where +1, L-P.q-1, and L-P.q-2 are the same respectively is expressed. And optical input/output port A-I/O-d-1-i, A-I/O-d-2-i, A-I/O-d-3-i and A-I/O-d-4-i, and optical multiplexing/demultiplexing circuit NxN AWG Optical input/output port R-P.i+1 by the side of spectral separation of WM-1, R-P.i, The optical input/output port where R-P.i+2 and R-P.i+3 are the same respectively is expressed. And optical input/output port R-P.q by the side of multiplexing of optical input/output port A-I/O -5, A-I/O -6, A-I/O -7 and A-I/O -8, and optical multiplexing/demultiplexing circuit NxNAWG WM -2, R-P.q +1, R-P.q The optical input/output port where -1 and R-P.q-2 are the same respectively is expressed. And optical input/output port A-I/O-d-5-i, A-I/O-d-6-i, A-I/O-d-7-i and A-I/O-d-8-i, and optical multiplexing/demultiplexing circuit NxNAWG Optical input/output port L-P.i+1 by the side of spectral separation of WM-2, L-P.i, L-P.i+2, and L-P.i+3 shall express the same optical input/output port, respectively.

[0085] So that by choosing the combination of optical input/output port as mentioned above may show from table 4a, b, c and d, and drawing 5 The input/output port by the side of the spectral separation corresponding to the same wavelength channel of set PG-n (n= 1, 2, 3, 4) of optical input/output port, And it becomes possible to make a group form without making the optical input port of an arrangement top and others enter inside of the input/output port by the side of the spectral separation corresponding to the same wavelength channel of set PG-n (n= 5, 6, 7, 8) of optical input/output port.

[0086] It follows. NxN AWG Optical input/output port R-P.6 k+q +1 by the side of the spectral separation corresponding to the same wavelength channel of set PG-n (n= 1, 2, 3, 4) of the input/output port about the wavelength multiplexing/demultiplexing to L0 of WM-1, R-P.6 k+q, R-P.6 k+q +2, And respectively corresponding to each wavelength channel, it is arranged according to an individual with R-P.6 k+q +3. And optical input port S-j-I -1 of switching circuit S1-j for optical cross-connects and SP-j by which it is arranged for every wavelength channel those any they are, and (j=4 k+q +1) optical circuit S3-j, S-j-I -2, S-j-I -3, and S-j-I -4 respectively -- optical waveguide -- an epilogue -- and NxN AWG Optical input/output port L-P.6 k+q +1 by the side of the spectral separation corresponding to the same wavelength channel of set P-n (n= 7, 8, --, 12) of the input/output port about the wavelength multiplexing/demultiplexing to L0 of WM-2, L-P.6 k+q, L-P.6 k+q +2, And respectively corresponding to each wavelength channel, it is arranged according to an individual with L-P.6 k+q +3. And optical output port S-j-O -1 of switching circuit S1-j for optical cross-connects and SP-j by which it is arranged for every wavelength channel those any they are, and (j=4 k+q +1) optical circuit S3-j, S-j-O -2, S-j-O -3, and S-j-O -4 It is optical multiplexing/demultiplexing circuit NxN by making it the circuit arrangement connected with optical waveguide, respectively. AWG Respectively corresponding to WM-1, WM-2, and each wavelength channel, it is arranged according to an individual. And, without making all the optical waveguides that connect

between the input/output port of each switching circuit S1-j for cross connect and SP-j by which it is arranged for every wavelength channel those any they are, and (j=4 k+q +1) optical circuit S3-j cross It is possible to arrange and create these optical circuits on the same flat surface.

[0087] Although it is possible to suppress and create the increment in loss by making the intersection of optical waveguide into the cross talk between each optical waveguide and the crossing structure Since an actual creation top is difficult for making a cross talk into zero thoroughly, and making thoroughly the increment in loss by making it the crossing structure into zero, Optical multiplexing/demultiplexing circuit NxN of this invention AWG Respectively corresponding to WM-1, WM-2, and each wavelength channel, it is arranged according to an individual. And the arrangement configuration of the optical waveguide which connects between input/output port with switching circuit S1-j for optical cross-connects and SP-j by which it is arranged for every wavelength channel those any they are, and (j=4 k+q +1) optical circuit S3-j optical multiplexing/demultiplexing circuit NxN when integrating and creating a circuit on one flat-surface substrate AWG WM-1 and WM-2 and switching circuit S1for optical cross-connects-j -- or When the whole circuit is constituted by creating SP-j as a flat-surface substrate optical circuit according to an individual, respectively, making each optical input/output port associate, and connecting (I. Ogawa et.al, OFC'98PD 4-1), The cross talk and loss resulting from the crossover structure of optical waveguide can be thoroughly made into zero, and it is advantageous.

[0088] Furthermore, between the transparency and operating characteristic in each wavelength channel between the optical input/output port of the optical circuit section CORE, and the switch condition of switching circuit S1-j for optical cross-connects, SP-j, and (j=4 k+q +1) arranged corresponding to each wavelength channel, response relation as shown in a table 5 (a) and a table 5 (b), respectively is materialized.

[0089]

[A table 11]

[A table 12]

Furthermore, optical input/output port I/O-n of the optical circuit for an optical pass arrangement of this invention (n= 1, 2, 3, 4), Optical input/output port CL-I/O-n (n= 1, 2, 3, 4) of optical circulator CL-n (n= 1, 2, 3, 4) by optical waveguide, respectively An epilogue, And between optical output port CL-O-n (n= 1, 2, 3, 4) of optical circulator CL-n (n= 1, 2, 3, 4), and optical input port A-I/O-n (n= 1, 2, 3, 4) of the optical circuit section CORE Uni-directional light amplifier AMP-n (n= 1, 2, 3, 4) of a conventional type is connected to the sense by which optical amplification is carried out in the direction spread from optical output port CL-O-n to optical output port A-I/O-n, respectively. And optical output port A-I/O-n of the optical circuit section CORE (n= 5, 6, 7, 8), By connecting optical input port CL-i-n (n= 1, 2, 3, 4) of optical circulator CL-n (n= 1, 2, 3, 4) with optical waveguide, respectively The transparency and operating characteristic in each wavelength channel between the optical input/output port of the optical circuit section CORE at the time of using switching circuit S1-j for optical cross-connects, and SP-j (j=4 k+q +1), respectively, Between the optical propagation magnification conditions of the signal light between external I/O port I/O-n (n= 1, 2, 3, 4) in the wavelength channel to which the optical circuit for an optical pass arrangement of this invention

corresponds, respectively, the response relation shown in table 6a. and table 6b., respectively is materialized.
[A table 13]

[A table 14]

therefore, which switching circuit S1-j for optical cross-connects arranged according to an individual corresponding to each wavelength channel -- and By controlling the switch condition of SP-j (j=4 k+q +1), between a table 5 (a) and a table 6 (a), And according to the response relation shown between table 5b. and table 6b., respectively, the optical propagation magnification condition between external I/O port I/O-n (n= 1, 2, 3, 4) in each corresponding wavelength channel of the optical circuit for a pass arrangement of this invention is controllable.
[0090] Namely, the conventional optical cross-connect circuit which has every two extraneous light input port and external optical output ports, respectively As opposed to being only being able to change and control a cross and two kinds of optical propagation magnification conditions of a bar, as shown in drawing 6 in the optical circuit for an optical pass arrangement of this invention When switching circuit S1-j for optical cross-connects is used, it adds to change control of the optical propagation magnification condition of a cross bar. extraneous light input/output port I/O -1, between I/O -2 and I/O -3, and I/O, since it is alike, respectively, it sets -4 between and dynamic change control of the two optical propagation magnification directions of rise and fall according to individual is attained for every wavelength channel It becomes possible to control the change of eight kinds of optical propagation magnification conditions as shown in drawing 7 .
[0091] moreover, when switch SP-j for optical cross-connects is used To change control of the optical propagation magnification condition of a cross bar, in addition, since dynamic change control of the two optical propagation magnification directions of rise and fall according to individual is attained for every wavelength channel among 2 ports of the arbitration of extraneous light input/output port I/O -1, I/O -2, I/O -3, and I/O -4, It becomes possible to control the change of 12 kinds of optical propagation magnification conditions as shown in drawing 8 .
[0092] This function is dramatically effective in the object which builds and controls the optical network which can expand the degree of freedom at the time of setting the pass of signal light on an optical network by leaps and bounds, and can respond to fluctuation of the amount of traffic flexibly.
[0093] Moreover, when it is decided in the actual network to use the pass of some wavelength channels by immobilization, It changes to said switching circuit S1-j for optical cross-connects, and switch SP-j for optical cross-connects. It has the optical circuit S3-j, i.e., the 1st, thru/or 4th optical input port and 1st thru/or 4th optical output port. Optical waveguide between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 1st optical input port and the 2nd optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between

the 3rd optical input port and the 2nd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 4th optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 2nd optical input port and the 1st optical output port and between the 4th optical input port and the 3rd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port and between the 4th optical input port and the 1st optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 2nd optical input port and the 4th optical output port and between the 3rd optical input port and the 1st optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 1st optical input port and the 3rd optical output port and between the 2nd optical input port and the 4th optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 1st optical input port and the 4th optical output port and between the 2nd optical input port and the 3rd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 3rd optical input port and the 4th optical output port and between the 4th optical input port and the 2nd optical output port An epilogue, Carry out termination of all the other optical input port and optical output ports, or optical waveguide between the 4th optical input port and the 1st optical output port and between the 3rd optical input port and the 2nd optical output port An epilogue, By arranging 4 input 4 output optical circuit S3-j which suited realizing the pass of one the immobilization of said of one 4 input 4 output optical circuit S3-j of whether termination of all the other optical input port and optical output ports is carried out It can do [stopping power consumption or] by attaining simplification of the optical circuit for an optical pass arrangement of this invention, and excluding the unnecessary optical switch section.

[0094] Furthermore, they are N= 64 and wavelength channel spacing deltalambda=25GHz NxN by the circuitry shown, for example in drawing 5 . When AWG is used as a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit, wavelength channel severalNs / 6= 10, and the wavelength channel spacing 6deltalambda=150GHz (- 1.2nm) optical circuit for an optical pass arrangement can be realized.

[0095] Moreover, if an erbium fiber is further used as this rare earth addition fiber using the rare earth addition optical fiber of semiconductor laser excitation as the optical amplification section of light amplifier AMP-j (j= 1, 2, 3, 4), the magnification wavelength band of a light amplifier will become between about 1.53x10 to 6 to 1.56x10 to 6 m including the zero distribution wavelength field of a distributed shift fiber.

[0096] Furthermore, it is NxN as a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit like drawing 5 mentioned above. When AWG is used, the optical loss of a hit even a light wave length multiplexing/demultiplexing circuit ideal -- about 1.0dB -- (-- J. -- C.Chen, et.al, IEEE PTL, vol.10, No.3, pp 379-381, and 1998) -- Loss of circuit S1-j for optical cross-connects at the time of using a double-gate Mach TSUENDA mold flat-surface waveguide light TO switching circuit and SP-j Less than (A. Himeno et.al,

ECOC'96ThD.2.2) 5dB, When a semi-conductor light amplifier (SOA) mold 2x2 optical-switch circuit is used, loss of circuit S1-j for optical cross-connects and SP-j 0dB (I. Ogawa et.al, OFC'98PD 4-1), Whenever loss of an optical circulator penetrates once, loss of a hit even association to about 1dB and an optical fiber as what has sufficiently short about 0.25dB and optical fiber further for circuit connection When it is estimated as what can disregard the loss and the optical amplification gain of a light amplifier is further estimated at about 30dB (1995 autumn SHINGAKUKAI collected works C-216 besides Funabashi) at the time of the input signal reinforcement of -20dBm, the optical amplification gain of the net of the optical circuit for an optical pass arrangement is [Equation 9]. It is estimated as 30-1.0x2-5.0(0)-1.0x2-0.25x4=30-10=20 (25) dB. Therefore, it becomes possible to guarantee 18.4dB of loss of each section in the lightwave transmission system of 0.23dB/km of repeating span average optical fiber loss of 80km.

[0097] Moreover, NxN For the amount of crosstalk of AWG, the usual thing is [about]. -It is what attained low cross talk-ization using 25dB and a phase compensating plate, and is [about]. -If it is estimated as 40dB, and the (1997 autumn SHINGAKUKAI collected works C-3-119) besides Yamada and the isolation of about 40dB and an optical circulator is further estimated for the isolation of an optical isolator at about 50dB, an excavation by the wavelength channel of arbitration will be suppressed like the usual light amplifier.

[0098] Moreover, it is [Equation 10] when the optical resonator which consists of two wavelength channels of the arbitration from which two Fresnel reflection (-14dB) points which approach and exist before and behind the light amplifier exterior, and the propagation directions differ in the shape of a loop formation is assumed. Since it is estimated as 30x2(gain of the optical amplification section per resonator 1 round trip)-{14+1.0x2+25 [40] x2} x2(optical loss per resonator 1 round trip) =72[-132] dB, and resonator internal loss is large and net gain is not acquired overwhelmingly, even if it is such worst case, the oscillation of the light amplifier in this operation gestalt is suppressed.

[0099] As mentioned above, the inside of an optical fiber is spread to the propagation of arbitration about going up and the direction of going down by the optical circuit for an optical pass arrangement of this operation gestalt for every wavelength channel, respectively. Or optical amplification is carried out. every [and] wavelength channel -- the need -- responding -- each propagation direction -- up Rika going down, responding the wavelength multiple-signal light belonging to two streams accompanied by a dynamic change of changing to lower Rika going up each time, and securing the isolation to the propagation of signal light And while eight kinds of optical propagation magnification conditions shown in drawing 7 realized by performing an optical cross-connect for every wavelength channel are realizable Moreover, input/output port is chosen as arbitration in the range which does not overlap to four signal light input/output port, respectively for every wavelength channel. Signal light can be made to be able to output and input and 12 kinds of optical propagation magnification conditions shown in drawing 8 which is all the combination that carries out propagation magnification of the two signal light streams can be realized.

[0100]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the inside of an optical fiber is spread to the propagation of arbitration about going up and the direction of going down for every wavelength channel, respectively. Or optical amplification is carried out. every [and] wavelength channel -- the need -- responding -- each propagation direction -- up Rika going down, responding the wavelength multiple-signal light

belonging to two streams accompanied by a dynamic change of changing to lower Rika going up each time, and securing the isolation to the propagation of signal light And eight kinds of optical propagation magnification conditions realized by performing an optical cross-connect for every wavelength channel are realizable.

[0101] Moreover, according to this invention, input/output port can be chosen as arbitration in the range which does not overlap to four signal light input/output port, respectively for every wavelength channel, signal light can be made to be able to output and input, and 12 kinds of optical propagation magnification conditions which are all the combination that carries out propagation magnification of the two signal light streams can be realized.

[Translation done.]

* NOTICES *
JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]
[Drawing 1] It is drawing showing the configuration of an array waveguide mold optical multiplexer/demultiplexer.
[Drawing 2] It is drawing showing the configuration of switching circuit S1-j for optical cross-connects used for 1 operation gestalt of this invention.
[Drawing 3] It is drawing showing the configuration of switch SP-j for optical cross-connects used for 1 operation gestalt of this invention.
[Drawing 4] It is drawing showing the configuration of the optical circuit for an optical pass arrangement concerning 1 operation gestalt of this invention.
[Drawing 5] It is drawing showing the detailed configuration of the optical circuit section CORE currently used for the optical circuit for an optical pass arrangement shown in drawing 4 .
[Drawing 6] It is the mimetic diagram showing two optical propagation magnification conditions between each optical input port which the conventional optical cross-connect circuit realizes, and an optical output port.
[Drawing 7] It is the mimetic diagram showing eight typical optical propagation magnification conditions between each optical input/output port which the optical circuit for an optical pass arrangement of this invention realizes (when switching circuit S1-j for optical cross-connects and switch SP-j for optical cross-connects are used).
[Drawing 8] It is the mimetic diagram showing the typical optical propagation magnification condition of 12 between each optical input/output port which the optical circuit for an optical pass arrangement of this invention realizes (when switch SP-j for optical cross-connects is used).
[Drawing 9] It is drawing showing the configuration of the conventional optical cross-connect circuit.
[Drawing 10] It is drawing showing the configuration of the conventional optical ad drop circuit.

[Drawing 11] It is drawing showing the configuration of the conventional uni-directional light amplifier.
[Drawing 12] It is drawing showing the configuration of a light amplifier.
[Description of Notations]
0-1, 0-3, 0-3-i (i= 1, 2, --, n) Extraneous light input port
0-2, 0-4, 0-4-i (i= 1, 2, --, n) External optical output port
1-i (i= 1, 2, 3, 4) Light amplifier
1-i-1 Optical amplification section
1-i-2-1, 1-i-2-2 Optical isolator
2-i (i= 1, 2, 3, 4) Optical multiplexing length multi/demulitiplexer
3-i (i= 1, 2, --, n) 2 input 2 output cross-bar actuation optical switch circuit
4 Rare Earth Addition Optical Fiber
5-1, 5-2 Laser for excitation
6-1, 6-2 Optical isolator
7-1, 7-2 Wavelength multiplexing/demultiplexing coupler
8 Flat-Surface Mold Waveguide Base
9-1, 9-2 Optical I/O waveguide section
10-1, 10-2 Slab waveguide section
11 Array Waveguide Grating Section
L-P. i (i= 1, 2, --, n) Optical input/output port
R-P. i (i= 1, 2, --, n) Optical input/output port
S1-j (j= 1, 2, --, n) Switching circuit for optical cross-connects
S2-j (j= 1, 2, --, n) Switching circuit for optical cross-connects
S-j-I-i (j= 1, 2, --, n;i= 1, 2, 3, 4) Optical input port

S-j-O-i (j= 1, 2, --, n;i= 1, 2, 3, 4) Optical output port
S-j-ADD -1, S-j-ADD -2 Optical input port
S-j-DROP -1, S-j-DROP -2 Optical output port
CS-i (i= 1, 2, --, n) 2 input 2 output cross-bar actuation optical switch circuit
CS-i-I-j (1 i= 1, 2, --, n;j= 2) Optical input port
CS-i-O-j (1 i= 1, 2, --, n;j= 2) Optical output port
SS-i (i= 1, 2, --, n) 2x1 transparency joint port selection optical switch circuit
SS-i-I/O-L-j (1 i= 1, 2, --, n;j= 2) Optical input/output port
SS-i-I/O-R -1 Optical input/output port
I/O-i (i= 1, 2, 3, 4) Extraneous light input/output port
ADD-I -1, ADD-I-2 Extraneous light input port
DROP-O -1, DROP-O -2 External optical output port
CL-i (i= 1, 2, 3, 4) Optical circulator (3 port molds)
CL-I/O-i (i= 1, 2, 3, 4) Optical input/output port
CL-I-i (i= 1, 2, 3, 4) Optical input port
CL-O-i (i= 1, 2, 3, 4) Optical output port
AMP-i (i= 1, 2, 3, 4) Uni-directional light amplifier
CORE Optical circuit section
A-I/O-i (i= 1, 2, --, 12) Optical input/output port
WM-1, WM-2 Light wave length multiplexing/demultiplexing circuit
S3-i 4 input 4 output optical circuit

[Translation done.]
* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]

[Drawing 6]

[Drawing 2]

[Drawing 3]

[Drawing 4]

[Drawing 5]

[Drawing 7]

[Drawing 8]

[Drawing 9]

[Drawing 11]

[Drawing 10]

[Drawing 12]

[Translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-103523
(43)Date of publication of application : 13.04.2001

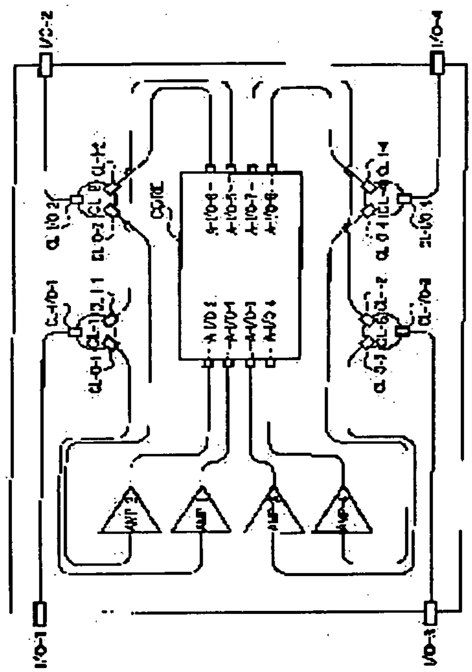
(51)Int.Cl. H04Q 3/52
G02B 6/12
G02F 1/31
H04J 14/00
H04J 14/02
H04B 10/02

(21)Application number : 11-277499
(22)Date of filing : 29.09.1999

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>
(72)Inventor : SATO TOSHIYA
HORIGUCHI TSUNEO

(54) OPTICAL CIRCUIT FOR OPTICAL PATH ARRANGEMENT

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical circuit for optical path arrangement that can realize light ways of light propagation amplification states and twelve ways of light propagation amplification states by amplifying a signal light while ensuring isolation of the signal light in the propagation direction with respect to incoming and outgoing directions by each wavelength channel in an optical fiber and applying optical cross connect to each wavelength channel.
SOLUTION: The optical circuit for optical path arrangement consisting of optical circulators CL-1, 2, 3, 4, unidirectional optical amplifiers AMP-1, 2, 3, 4, and an optical circuit section CORE interconnects four external optical input output ports I/O-1, 2, 3, 4 to realize the 8 ways of light propagation amplification states shown in Figure 7 and the 12 ways of light propagation amplification states shown in Figure 8.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3569176

[Date of registration] 25.06.2004

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁（JP）　(12) 公開特許公報（A）　(11)特許出願公開番号
特開2001－103523
（P2001－103523A）
(43)公開日　平成13年4月13日(2001.4.13)

(51)Int.Cl.7	識別記号	FI		テーマコード*(参考)
H04Q 3/52		H04Q 3/52	B	2H047
G02B 6/12		G02F 1/31		2K002
G02F 1/31		G02B 6/12	F	5K002
H04J 14/00		H04B 9/00	E	5K069
14/02			T	

審査請求　未請求　請求項の数14　OL　（全 43 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平11－277499

(22)出願日　平成11年9月29日(1999.9.29)

(71)出願人　000004226
日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者　佐藤　俊哉
東京都千代田区大手町二丁目3番1号　日本電信電話株式会社内

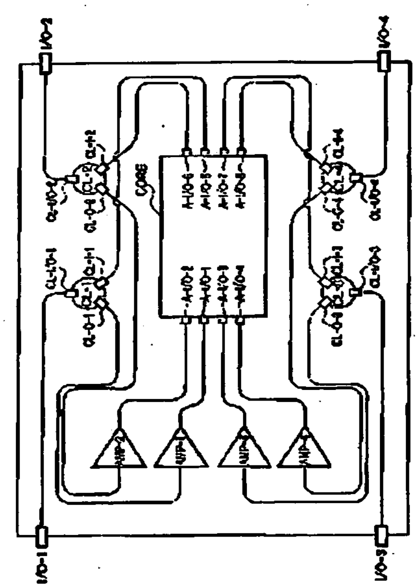
(72)発明者　堀口　常雄
東京都千代田区大手町二丁目3番1号　日本電信電話株式会社内

(74)代理人　100083806
弁理士　三好　秀和　（外1名）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　光パス・アレンジ用光回路

(57)【要約】
【課題】　光ファイバ中をそれぞれの波長チャンネル毎に上りおよび下り方向に関して信号光の伝搬方向へのアイソレーションを確保しつつ光増幅し，かつ各波長チャンネル毎に光クロスコネクトを行うことにより8通りの光伝搬増幅状態および12通りの光伝搬増幅状態を実現し得る光パス・アレンジ用光回路を提供する。
【解決手段】　光サーキュレータCL－1，2，3，4，片方向光増幅器AMP－1，2，3，4、および光回路部COREからなる光パス・アレンジ用光回路により4つの外部光入出力ポートI/O－1，2，3，4の間を接続することにより，図7に示す8通りの光伝搬増幅状態および図8に示す12通りの光伝搬増幅状態を実現することができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　少なくとも４つの外部光入出力ポートを有する光パス・アレンジ用光回路であって、

前記外部光入出力ポートと接続される入出力ポートと入力ポートおよび出力ポートとをそれぞれ有する４つの光サーキュレータと、

これら光サーキュレータの出力ポートからの信号光をそれぞれ入力して増幅する４つの片方向光増幅手段と、

これら４つの片方向光増幅手段からそれぞれ出力される信号光を入力して、該信号光の前記光サーキュレータの入力ポートへの出力を制御する光制御手段とを有することを特徴とする光パス・アレンジ用光回路。

【請求項２】　前記光制御手段は、

２つの光波長合分波回路と、複数の光クロスコネクトアドドロップスイッチとからなることを特徴とする請求項１記載の光パス・アレンジ用光回路。

【請求項３】　前記光クロスコネクトアドドロップスイッチは、

一方の側の前記光波長合分波回路から入力した複数の光信号を適宜選択して出力する透過結合ポート選択光スイッチと、

この透過結合ポート選択光スイッチからの光信号を入力して適宜出力先ポートを変更して出力する出力クロスバー動作光スイッチと、

この出力クロスバー動作光スイッチからの光信号を、他方の側の前記光波長合分波回路に接続される出力先ポートを適宜選択して出力する透過結合ポート選択光スイッチとにより構成されることを特徴とする請求項２記載の光パス・アレンジ用光回路。

【請求項４】　前記光クロスコネクトアドドロップスイッチは、

一方の側の前記光波長合分波回路から入力した複数の光信号を適宜出力先ポートを変更して出力する出力クロスバー動作光スイッチと、

この出力クロスバー動作光スイッチから入力した複数の光信号を適宜選択して出力する透過結合ポート選択光スイッチと、

この透過結合ポート選択光スイッチから入力した光信号を適宜出力先ポートを選択して出力する透過結合ポート選択光スイッチと、

この透過結合ポート選択光スイッチからの光信号を、他方の側の前記光波長合分波回路に接続される出力先ポートを適宜選択して出力する出力クロスバー動作光スイッチにより構成されることを特徴とする請求項２記載の光パス・アレンジ用光回路。

【請求項５】　第１乃至第４の外部光入出力ポートのそれぞれが接続される光入出力ポート、光入力ポート、および光出力ポートをそれぞれが有する第１乃至第４の光サーキュレータと、

前記第１乃至第４の光サーキュレータのそれぞれの光入力ポートが１対１に対応して接続される第１の４つの光入出力ポート、および該第１の４つの光入出力ポートとは異なる第２の４つの光入出力ポートを有する１または複数の光波長合分波回路と、

前記第１乃至第４の光サーキュレータのそれぞれの光出力ポートと前記光波長合分波回路の第２の４つの光入出力ポートで第１乃至第４の光サーキュレータのそれぞれの光出力ポートに１対１に対応する前記光波長合分波回路の第２の４つの光入出力ポートとの間に接続され、第１乃至第４の光サーキュレータのそれぞれの光出力ポートから前記光波長合分波回路の第２の４つの光入出力ポートに向かう方向に伝搬する光信号を増幅して出力する第１乃至第４の４つの片方向光増幅手段とを有し、

第１乃至第４の光入力ポートおよび第１乃至第４の光出力ポートを有し、第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第１の光出力

2

力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するかを任意に選択可能な４入力４出力光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ（ｊ＝１，２，…，Ｎ），または第１乃至第４の光入力ポートおよび第１乃至第４光出力ポートを有し，第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか，または第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか，または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第３の光出力ポ

ートとの間および第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか，または第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか，または第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するかを任意に選択可能な４入力４出力光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊ（ｊ＝１，２，…，Ｎ）、または第１乃至第４の光入力ポートおよび第１乃至第４の光出力ポートを有し，第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で光導波路を結び，その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか，または第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で光導波路を結び，その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか，または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で光導

波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するかのいずれかの４入力４出力光回路Ｓ３－ｊ（ｊ＝１，２，…，Ｎ）のいずれかが光波長チャンネルの集合ＬＯの要素である光波長チャンネルに個々に対応して、それぞれ配置され、

これらの計Ｎ個の４入力４出力光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ、ＳＰ－ｊまたは４入力４出力光回路Ｓ３－ｊのすべての光入力ポートおよび光出力ポートとこれらの光入力ポートおよび光出力ポートのそれぞれに１対１に対応する前記光波長合分波回路の複数の光入出力ポートがそれぞれ接続されてなる光パス・アレンジ用光回路であって、

前記光波長合分波回路の光入出力ポートが、光波長チャンネルの集合ＬＯ＝｛λｊ｝（ｊ＝１，２，…，Ｎ）に対する光波長合分波に関する集合であり、かつ互いに素である８つの集合Ａ－１，Ａ－２，Ａ－３，Ａ－４，Ａ－５，Ａ－６，Ａ－７，およびＡ－８を形成し、

光波長合分波回路の光入出力ポートの何れかの集合Ａ－１の要素である合波側の第１の入出力ポートと第１の片方向光増幅手段の光出力ポートとを結ぶ光導波路と、

光波長合分波回路の光入出力ポートの集合Ａ－１以外の何れかの集合Ａ－２の要素である合波側の第２の入出力ポートと第２の片方向光増幅手段の光出力ポートとを結ぶ光導波路と、

光波長合分波回路の光入出力ポートの集合Ａ－１，Ａ－２以外の何れかの集合Ａ－３の要素である合波側の第３の入出力ポートと第３の片方向光増幅手段の光出力ポートとを結ぶ光導波路と、

光波長合分波回路の光入出力ポートの集合Ａ－１，Ａ－２，Ａ－３以外の何れかの集合Ａ－４の要素である合波側の第４の入出力ポートと第４の片方向光増幅手段の光出力ポートとを結ぶ光導波路と、

光波長合分波回路の光入出力ポートの集合Ａ－１，Ａ－２，Ａ－３，Ａ－４以外の何れかの集合Ａ－５の要素である合波側の第５の入出力ポートと第１の光サーキュレータの光入力ポートとを結ぶ光導波路と、

光波長合分波回路の光入出力ポートの集合Ａ－１，Ａ－２，Ａ－３，Ａ－４，Ａ－５以外の何れかの集合Ａ－６の要素である合波側の第６の入出力ポートと第２の光サーキュレータの光入力ポートとを結ぶ光導波路と、

光波長合分波回路の光入出力ポートの集合Ａ－１，Ａ－２，Ａ－３，Ａ－４，Ａ－５，Ａ－６以外の何れかの集合Ａ－７の要素である合波側の第７の入出力ポートと第３の光サーキュレータの光入力ポートとを結ぶ光導波路と、

光波長合分波回路の光入出力ポートの集合Ａ－１，Ａ－２，Ａ－３，Ａ－４，Ａ－５，Ａ－６，Ａ－７以外の何れかの集合Ａ－８の要素である合波側の第８の入出力ポートと第４の光サーキュレータの光入力ポートとを結ぶ光導波路と、

前記第１の片方向光増幅手段の光入力ポートと前記第１の光サーキュレータの光出力ポートとを結ぶ光導波路と、

前記第２の片方向光増幅手段の光入力ポートと前記第２の光サーキュレータの光出力ポートとを結ぶ光導波路と、

前記第３の片方向光増幅手段の光入力ポートと前記第３の光サーキュレータの光出力ポートとを結ぶ光導波路と、

前記第４の片方向光増幅手段の光入力ポートと前記第４の光サーキュレータの光出力ポートとを結ぶ光導波路と、

光波長チャンネルの集合ＬＯの要素λｉ（ｉ＝１，２，…，Ｎ）に対応する光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｉ、ＳＰ－ｉまたは光回路Ｓ３－ｉのいずれかの第１の光入力ポートと前記光波長合分波回路の波長合分波に関する集合Ａ－１の波長チャンネルλｉに対応する分波側の第１の光入出力ポートとをそれぞれ総て結ぶ光導波路と、

光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｉ、ＳＰ－ｉまたは光回路Ｓ３－ｉのいずれかの第２の光入力ポートと前記光波長合分波回路の波長合分波に関する集合Ａ－２の波長チャンネルλｉに対応する分波側の第２の光入出力ポートとをそれぞれ総て結ぶ光導波路と、

光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｉ、ＳＰ－ｉまたは光回路Ｓ３－ｉのいずれかの第３の光入力ポートと

前記光波長合分波回路の波長合分波に関する集合Ａ－３の波長チャンネルλ_iに対応する分波側の第３の光入出力ポートとをそれぞれ総て結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｉ、ＳＰ－ｉまたは光回路Ｓ３－ｉのいずれかの第４の光入力ポートと前記光波長合分波回路の波長合分波に関する集合Ａ－４の波長チャンネルλ_iに対応する分波側の第４の光入出力ポートとをそれぞれ総て結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｉ、ＳＰ－ｉまたは光回路Ｓ３－ｉのいずれかの第１の光出力ポートと前記光波長合分波回路の波長合分波に関する集合Ａ－５の波長チャンネルλ_iに対応する分波側の第５の光入出力ポートとをそれぞれ総て結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｉ、ＳＰ－ｉまたは光回路Ｓ３－ｉのいずれかの第２の光出力ポートと前記光波長合分波回路の波長合分波に関する集合Ａ－６の波長チャンネルλ_iに対応する分波側の第６の光入出力ポートとをそれぞれ総て結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｉ、ＳＰ－ｉまたは光回路Ｓ３－ｉのいずれかの第３の光出力ポートと前記光波長合分波回路の波長合分波に関する集合Ａ－７の波長チャンネルλ_iに対応する分波側の第７の光入出力ポートとをそれぞれ総て結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｉ、ＳＰ－ｉまたは光回路Ｓ３－ｉのいずれかの第４の光出力ポートと前記光波長合分波回路の波長合分波に関する集合Ａ－８の波長チャンネルλ_iに対応する分波側の第８の光入出力ポートとをそれぞれ総て結ぶ光導波路とを有することを特徴とする光パス・アレンジ用光回路。
【請求項６】　前記光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊは、
１または複数のＰＬＣ基板上に形成され、
第１および第２の２つの光入力ポートと第１および第２の２つの光出力ポートを備え、
第１の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入出力ポート間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間を除く全ての光入出力ポート間で信号光を遮断するかを任意に選択することができる２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－ｋ（ｋ＝１）と、
各々が第１および第２の２つの分波側光入出力ポートおよび１つの合波側光入出力ポートを備え、
第１の分波側光入出力ポートと第１の合波側光入出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の分波側光入出力ポートと第１の合波側光入出力ポートとの間を除く全ての光入出力ポート間で信号光を遮断するか、または第２の分波側光入出力ポートと第１の合波側光入出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の分波側光入出力ポートと第１の合波側光入出力ポートとの間を除く全ての光入出力ポート間で信号光を遮断するかを任意に選択することができる第１乃至第４の４つの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－ｉ（ｉ＝１、２、３、４）と、

光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊの第１の光入力ポートと何れかの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１の第１の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊの第２の光入力ポートと前記２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１の第２の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊの第３の光入力ポートと前記２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１を除く何れかの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－２の第２の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊの第４の光入力ポートと前記２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－２の第１の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊの第１の光出力ポートと前記２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１およびＳＳ－２を除く何れかの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－３の第２の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊの第２の光出力ポートと前記２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－３の第１の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊの第３の光出力ポートと前記２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１、ＳＳ－２、およびＳＳ－２を除く何れかの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－４の第１の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊの第４の光出力ポートと前記２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－４の第２の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、
前記２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１の第１の合波側光入出力ポートと前記２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１の第１の光入力ポートとを結ぶ光導波路と、
前記２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－２

の第１の合波側光入出力ポートと前記２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１の第２の光入力ポートとを結ぶ光導波路と、
前記２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－３の第１の合波側光出力ポートと前記２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１の第１の光出力ポートとを結ぶ光導波路と、
前記２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－４の第１の合波側光入出力ポートと前記２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１の第２の光出力ポートとを結ぶ光導波路とを有することを特徴とする請求項５記載の光パス・アレンジ用光回路。
【請求項７】　前記光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊは、
１または複数のＰＬＣ基板上に作成され、
各々が第１および第２の２つの光入力ポートと第１および第２の２つの光出力ポートとを備え
第１の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入出力ポート間で信号光を遮断するか、または
第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間を除く全ての光入出力ポート間で信号光を遮断するかを任意に選択することができる第１乃至第４の４つの２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－ｋ（ｋ＝１，２，３，４）と、
各々が第１および第２の２つの分波側光入出力ポートおよび１つの合波側光入出力ポートを備え、
第１の分波側光入出力ポートと第１の合波側光入出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の分波側光入出力ポートと第１の合波側光入出力ポートとの間を除く全ての光入出力ポート間で信号光を遮断するか、または第２の分波側光入出力ポートと第１の合波側光入出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の分波側光入出力ポートと第１の合波側光入出力ポートとの間を除く全ての光入出力ポート間で信号光を遮断するかを任意に選択することができる第１乃至第４の４つの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－ｉ（ｉ＝１，２，３，４)と、
光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第１の光入力ポートと何れかの２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１の第２の光入力ポートとを結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第２の光入力ポートと前記２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１の第１の光入力ポートとを結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第３の光入力ポートと前記２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１を除く何れかの２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－２の第１の光入力ポートとを結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第４の光入力ポートと前記２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－２の第２の光入力ポートとを結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第１の光出力ポートと２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１，ＣＳ－２を除く何れかの２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－３の第2の光出力ポートとを結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第2の光出力ポートと２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－３の第１の光出力ポートとを結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第３の光出力ポートと２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１，ＣＳ－２，ＣＳ－３を除く何れかの２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－４の第１の光出力ポートとを結ぶ光導波路と、
光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第４の光出力ポートと２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－４の第２の光出力ポートとを結ぶ光導波路と、
２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１の第１の光出力ポートと何れかの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１の第２の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、
２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－２の第１の光出力ポートと前記２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１の第１の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、
２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－２の第２の光出力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１を除く何れかの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－２の第１の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、
２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１の第２の光出力ポートと前記２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－２の第２の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、
２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－３の第１の光入力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１，ＳＳ－２を除く何れかの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－３の第１の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、
２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－４の第１の光入力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－３の第１の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、

２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－４の第２の光入力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１，ＳＳ－２，ＳＳ－３を除く何れかの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－４の第２の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、
２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－３の第２の光入力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－４の第１の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、
２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１の第１の合波側光入出力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－３の第１の合波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、
２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－２の第１の合波側光入出力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－４の第１の合波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路とを有することを特徴とする請求項５記載の光パス・アレンジ用光回路。
【請求項８】　前記２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－ｉは、マッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路、またはマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路、または半導体光増幅器（ＳＯＡ）型２×２光スイッチ回路で構成されることを特徴とする請求項６または７記載の光パス・アレンジ用光回路。
【請求項９】　前記２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－ｉは、マッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路の４つの光入出力ポートのうち、何れか３つの光入出力ポートを用いて実現されたもの、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路の４つの光入出力ポートのうち、何れか３つの光入出力ポートを用いて実現されたもの、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路の構成における４つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路部とこれら４つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路部の光入出力ポート間を結ぶ光導波路のうち、何れか３つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路部とこれら３つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路部の光入出力ポート間を結ぶ光導波路のみから構成される２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路、またはマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路の４つの光入出力ポートのうち、何れか３つの光入出力ポートを用いて実現されたもの、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路の４つの光入出力ポートのうち、何れか３つの光入出力ポートを用いて実現されたもの、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路の構成における４つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路部とこれら４つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路部の光入出力ポート間を結ぶ光導波路のうち、何れか３つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路部とこれら３つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路部の光入出力ポート間を結ぶ光導波路のみから構成される２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路で構成されることを特徴とする請求項６または７記載の光パス・アレンジ用光回路。

【請求項１０】　前記光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊは、
１つのＰＬＣ基板平面上に全ての構成光回路が作成されており、
基板上面から見て、時計回りに光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊの第２の光出力ポート、第１の光出力ポート、第３の光出力ポート、第４の光出力ポート、第４の光入力ポート、第３の光入力ポート、第１の光入力ポート、第２の光入力ポートの順に各光入力・出力ポートが隣り合うように配置され、
２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－ｋ（ｋ＝１）の光入出力ポートが基板上面から見て、時計回りに第２の光入力ポート、第１の光入力ポート、第１の光出力ポート、第２の光出力ポートの順に隣り合うように配置され、
４つの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）の光入出力ポートが基板上面から見て、時計回りに第１の分波側光入出力ポート、第２の分波側光入出力ポート，第１の合波側光入出力ポートの順に隣り合うように配置され、
更に，各々の２×２クロス・バー動作光スイッチ回路および２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路の間隔が適度にあたえられることにより、各々の２×２クロス・バー動作光スイッチ回路および２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路の光入力ポート、光出力ポート間を結ぶ何れかの光導波路も交差しない配置になっていることを特徴とする請求項６記載の光パス・アレンジ用光回路。
【請求項１１】　光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊは，
１つのＰＬＣ基板平面上に全ての構成光回路が作成されており、
基板上面から見て、時計回りに光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第２の光出力ポート，第１の光出力ポート，第３の光出力ポート，第４の光出力ポート，第４の光入力ポート，第３の光入力ポート，第１の光入力ポート，第２の光入力ポートの順に各光入力・出力ポートが隣り合うように配置され，
４つの２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－ｋ（ｋ＝１，２，３，４）の光入出力ポートが基板上面から見て、時計回りに第２の光入力ポート、第１の光入力

ポート、第1の光出力ポート、第2の光出力ポートの順に隣り合うように配置され、4つの2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−i（i＝1，2，3，4）の光入出力ポートが基板上面から見て、時計回りに第1の分波側光入出力ポート、第2の分波側光入出力ポート、第1の合波側光入出力ポートの順に隣り合うように配置され、更に、各々の2×2クロス・バー動作光スイッチ回路の間隔が適度にあたえられることにより、各々の2×2クロス・バー動作光スイッチ回路の光入力ポート、光出力ポート間を結ぶ何れかの光導波路において、2×2クロス・バー動作光スイッチ回路CS−1の第2の光出力ポートと2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−2の第2の分波側光入出力ポートとの間、2×2クロス・バー動作光スイッチ回路CS−2の第1の光出力ポートと2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−1の第1の分波側光入出力ポートとの間をそれぞれ結ぶ光導波路と、2×2クロス・バー動作光スイッチ回路CS−3の第2の光入力ポートと2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−4の第1の分波側光入出力ポートとの間および2×2クロス・バー動作光スイッチ回路CS−4の第1の光入力ポートと2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−3の第2の分波側光入出力ポートとの間をそれぞれ結ぶ光導波路との2組がそれぞれ一ヶ所ずつ、計2ヶ所のみが交差し、それ以外の光入力ポート、光出力ポート間を結ぶ光導波路の交差がない配置となっていることを特徴とする請求項7記載の光パス・アレンジ用光回路。

【請求項12】 前記光波長合分波回路は、アレー導波路型平面光回路（AWG）であることを特徴とする請求項5記載の光パス・アレンジ用光回路。

【請求項13】 波長合分波に関する集合A−1，A−2，A−3，A−4を形成し、かつ互いに交差しない光入出力用導波路を全て持つ1つのアレー導波路平面光回路WM−1と、波長合分波に関する集合A−5，A−6，A−7，A−8を形成し、かつ互いに交差しない光入出力用導波路を全て持つ1つのアレー導波路平面光回路WM−2と、各波長チャンネルにそれぞれ対応して個別に配置され、かつ波長チャンネル毎にそれらのいずれかが配置される4入力4出力光クロスコネクト用スイッチ回路S1−j，SP−j，および光回路S3−jと、前記アレー導波路平面光回路WM−1，WM−2の光入出力ポートおよび4入力4出力光クロスコネクト用スイッチ回路S1−j、SP−j、および光回路S3−j（j＝1，2，…，N）の光入力ポートおよび光出力ポートのそれぞれに対応するポート同士を結ぶ光導波路とで構成される光波長合分波回路および光クロスコネクト用スイッチ回路部で、前記アレー導波路平面光回路WM−1の各々の集合の分波側の光入出力導波路で任意の波長チャンネルλiに対応する光入出力ポートが時計回りまたは反時計回りの何れかの回りで第2、第1，第3、第4の分波側光入出力ポート（A−I／O−d−2−i，A−I／O−d−1−i，A−I／O−d−3−i，A−I／O−d−4−i）の順番で並んでおり，かつこれらの順番に並んでいる光入出力ポートの間には，その他のすべての合波側の光入出力ポートおよび対応する波長チャンネルが異なる分波側の光入出力ポートが入り込まずに、対応する波長チャンネル毎に光入出力ポートがそれぞれ位置的に集団を成しており，前記アレー導波路平面光回路WM−2の各々の集合の分波側の光入出力導波路で任意の波長チャンネルλiに対応する光入出力ポートが前記アレー導波路平面光回路WM−1において光入出力ポートが第2，第1、第3、第4の分波側光入出力ポート（A−I／O−d−2−i，A−I／O−d−1−i，A−I／O−d−3−i，A−I／O−d−4−i）の順番となる回りとは逆回りに第6，第5、第7、第8の分波側光入出力ポート（A−I／O−d−6−i，A−I／O−d−5−i，A−I／O−d−7−i，A−I／O−d−8−i）の順番で並んでおり、かつこれらの順番に並んでいる光入出力ポートの間には，その他のすべての合波側の光入出力ポートおよび対応する波長チャンネルが異なる分波側の光入出力ポートが入り込まずに，対応する波長チャンネル毎に光入出力ポートがそれぞれ位置的に集団を成しており，更に分波側の波長チャンネル毎の光入出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番と前記アレー導波路平面光回路WM−1の分波側の波長チャンネル毎の光入出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番とが互いに逆回りで同じ順番となっており、更に，各々の4入力4出力光クロスコネクト用スイッチ回路S1−j，SP−j，および光回路S3−j（j＝1，2，…，N）の光出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番と前記アレー導波路平面光回路WM−1の分波側の波長チャンネル毎の光入出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番とが互いに同じ回りで同じ順番となっており、かつ各々の4入力4出力光クロスコネクト用スイッチ回路S1−j、SP−j、および光回路S3−j（j＝1，2，…，N）の光出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番と前記アレー導波路平面光回路WM−1の分波側の波長チャンネル毎の光入出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番とが互いに逆回りで同じ順番となっていることにより，同一平面上でアレー導波路平面光回路WM−1，WM−

２と４入力４出力光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ、ＳＰ－ｊ、および光回路Ｓ３－ｊ（ｊ＝１，２，…，Ｎ）とを結ぶ光導波路同士で互いに交差するものが１つもないような回路の配置および構成であり、
アレー導波路平面光回路ＷＭ－１、ＷＭ－２および４入力４出力光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ、ＳＰ－ｊ、および光回路Ｓ３－ｊ（ｊ＝１，２，…，Ｎ）と、アレー導波路平面光回路ＷＭ－１，ＷＭ－２および４入力４出力光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ，ＳＰ－ｊ，および光回路Ｓ３－ｊ（ｊ＝１，２，…，Ｎ）間をそれぞれ結ぶ光導波路とを同一平面基板上に作成するか、
または個別の作成された光波長合分波部の平面回路基板と光クロスコネクト用スイッチ回路の平面回路基板とを突き合わせする形で各々の光入出力ポート同士を結合し、１つの平面状光回路を形成することを特徴とする請求項５記載の光パス・アレンジ用光回路。

【請求項１４】　前記光サーキュレータにおいて、光入力ポートに入力された光は、光入出力ポートから出力され、光入出力ポートから入力された光は、光出力ポートから出力され、光入出力ポートから入力され光入力ポートから出力される光は、十分に抑圧され、光出力ポートから入力され、光入出力ポートから出力される光は、十分に抑圧され、光入力ポートと光出力ポートとの間では光の入出力の向きに関わらず光が十分に抑圧されることを特徴とする請求項５記載の光パス・アレンジ用光回路。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、通信用光回路に有効な光パス・アレンジ用光回路に関する。

【０００２】

【従来の技術】従来の広く知られている光クロスコネクト回路および光アド・ドロップ回路の構成例をそれぞれ図９および図１０に示す。両図において、１－１，１－２，１－３，１－４は光増幅器１－１，１－２，１－３，１－４、２－１，２－２，２－３，２－４は光波長合分波部２－１，２－２，２－３，２－４，３－ｊ（ｊ＝１，２，…，ｎ）は２入力２出力クロス・バー動作光スイッチ回路３－ｊ、０－１，０－３，０－３－１～０－３－ｎは外部光入力ポート、０－２，０－４，０－４－１～０－４－ｎは外部光出力ポートである。

【０００３】図９および図１０において、光増幅器１－１，１－２，１－３，１－４は、光伝送路の損失の補償、ならびに光クロスコネクト回路と光アド・ドロップ回路自体の光増幅器を除く部分の損失の補償のために設けられている。各光増幅器１－１，１－２，１－３，１－４の構成は、一般の伝送路上にはコネクタ接続個所等の光信号の反射点が存在するので、これらの反射点からの反射光を遮断し安定して光増幅を行うために、図１１に示すように、光増幅部１－ｉ－１の前後に所望の光伝送方向のみに信号光の伝搬を制限する光アイソレータ１－ｉ－２－１および１－ｉ－２－２が設けられている。このため、波長多重光信号を光増幅する場合にも、その伝搬方向はすべて同一方向に制限されている。

【０００４】また、光増幅器１－１，１－２，１－３，１－４の構成要素である光増幅部としては、一般に励起用半導体レーザによる双方向励起（図１２ａ），前方励起（図１２ｂ），後方励起（図１２ｃ）の希土類添加光ファイバまたは半導体型の光増幅部（図１２ｄ）が使用されている。

【０００５】希土類添加光ファイバのホストには、通常は石英系ガラスが増幅波長帯域を拡大するためにＺｒ系フッ化物ガラスおよびテルライド系ガラスが用いられている。また、添加希土類としては、１．５×１０－６ｍ帯用に１．３×１０－６ｍ帯用にＰｒ３＋が用いられている（山田他，1995秋季信学会論文集C216，A. Mori,et al. OFC97，PDP1参照）。

【０００６】なお、図１２において、４は希土類添加ファイバ、５－１，５－２は励起用レーザ、６－１，６－２は光アイソレータ、７－１、７－２は波長合分波カプラ、８は平面型導波路基板である。

【０００７】まず最初に、図９に示す光クロスコネクト回路の動作について説明する。図９に示す光クロスコネクト回路において、外部入力ポート０－１，０－３から入力された波長多重信号光は、それぞれ光増幅器１－１，１－３で光増幅され、それから光波長合分波部２－１，２－３で各波長チャンネルの信号光毎に分波される。光波長合分波部において波長チャンネル毎に分波された信号光は、それぞれ同じ波長チャンネルに対応する信号光のペア毎に互いに異なる２入力２出力クロス・バー動作光スイッチ回路３－１～３－ｎに入力され、それぞれ個別にクロス・バーの出力ポートの切り替え選択が行われ出力される。

【０００８】この出力された信号光は、それぞれ波長チャンネルに重複が生じないような２つの信号光の集まり毎に光波長合分波部２－２，２－４で合波され、後段の光増幅器１－２，１－４で光増幅された後、外部出力ポート０－２，０－４から出力される。

【０００９】上述した光クロスコネクト回路における動作により、光伝送路の損失補償および２つの波長多重信号光の波長チャンネルの組み替え、すなわち光クロスコネクトが実現される。

【００１０】次に、図１０に示す光アド・ドロップ回路の動作について説明する。図１０に示す光アド・ドロップ回路において、外部入力ポート０－１から入力された波長多重信号光は、光増幅器１－１で光増幅され、それから光波長合分波部２－１で各波長チャンネルの信号光毎に分波される。光波長合分波部において波長チャンネル毎に分波された信号光および各波長チャンネル毎に設

けられた外部入力ポート０－３－１～０－３－ｎから入力されるアド（ＡＤＤ）入力信号光は、それぞれ同じ波長チャンネルに対応する信号光のペア毎に互いに異なる２入力２出力クロス・バー動作光スイッチ回路３－１～３－ｎに入力され、それぞれ個別にクロス・バーの出力ポートの切り替え選択が行われ出力される。

【００１１】この出力された信号光は、それぞれ波長チャンネルに重複が生じないような２つの信号光の集まり毎に一方を光波長合分波部２－２で合波され、他方を各波長チャンネル毎に設けられた外部出力ポート０－４－１～０－４－ｎからドロップ（ＤＲＯＰ）出力信号光として出力する。光波長合分波部２－２で合波された波長多重信号光は、後段の光増幅器１－２で光増幅された後、外部出力ポート０－２から出力される。

【００１２】上述した光アド・ドロップ回路の動作により、光伝送路の損失補償と波長多重信号光の波長チャンネル毎の信号光のアド・ドロップが実現される。

【００１３】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の光クロスコネクト回路および光アド・ドロップ回路は、光伝送路および光回路自体の損失を補償するために片方向光増幅器を使用しているため、波長多重信号光の伝搬方向に関しては全て予め決めたある同じ方向に固定となってしまい、その結果クロス・バー型の経路の２つの状態の切り替えのみに機能が制限されてしまうという問題がある。

【００１４】本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、光ファイバ中をそれぞれの波長チャンネル毎に上りおよび下り方向に関して任意の伝搬方向に伝搬され、かつそれぞれの波長チャンネル毎に必要に応じて各々の伝搬方向を上りから下りまたは下りから上りに切り替えるといった動的な変化に伴う２つのストリームに属する波長多重信号光をその時々に応じて信号光の伝搬方向へのアイソレーションを確保しつつ光増幅し、かつ各波長チャンネル毎に光クロスコネクトを行うことにより実現される図６に示す８通りの光伝搬増幅状態を実現するとともに、各波長チャンネル毎に４つの信号光入出力ポートに対してそれぞれ重複しない範囲で任意に入出力ポートを選択して信号光を入出力させ、２つの信号光ストリームを伝搬増幅させるすべての組合せである図７に示す１２通りの光伝搬増幅状態の実現を達成し得る光パス・アレンジ用光回路を提供することにある。

【００１５】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項１記載の本発明は、少なくとも４つの外部光入出力ポートを有する光パス・アレンジ用光回路であって、前記外部光入出力ポートと接続される入出力ポートと入力ポートおよび出力ポートとをそれぞれ有する４つの光サーキュレータと、これら光サーキュレータの出力ポートからの信号光をそれぞれ入力して増幅する４つの片方向光増幅手段と、これら４つの片方向光増幅手段からそれぞれ出力される信号光を入力して、該信号光の前記光サーキュレータの入力ポートへの出力を制御する光制御手段とを有することを要旨とする。

【００１６】また、請求項２記載の本発明は、請求項１記載の本発明において、光制御手段が、２つの光波長合分波回路と、複数の光クロスコネクトアドドロップスイッチとからなることを要旨とする。

【００１７】また、請求項３記載の本発明は、請求項２記載の本発明において、前記光クロスコネクトアドドロップスイッチが、一方の側の前記光波長合分波回路から入力した複数の光信号を適宜選択して出力する透過結合ポート選択光スイッチと、この透過結合ポート選択光スイッチからの光信号を入力して適宜出力先ポートを変更して出力する出力クロスバー動作光スイッチと、この出力クロスバー動作光スイッチからの光信号を、他方の側の前記光波長合分波回路に接続される出力先ポートを適宜選択して出力する透過結合ポート選択光スイッチとにより構成されることを要旨とする。

【００１８】また、請求項４記載の本発明は、請求項２記載の本発明において、前記光クロスコネクトアドドロップスイッチが、一方の側の前記光波長合分波回路から入力した複数の光信号を適宜出力先ポートを変更して出力する出力クロスバー動作光スイッチと、この出力クロスバー動作光スイッチから入力した複数の光信号を適宜選択して出力する透過結合ポート選択光スイッチと、この透過結合ポート選択光スイッチから入力した光信号を適宜出力先ポートを選択して出力する透過結合ポート選択光スイッチと、この透過結合ポート選択光スイッチからの光信号を、他方の側の前記光波長合分波回路に接続される出力先ポートを適宜選択して出力する出力クロスバー動作光スイッチにより構成されることを要旨とする。

【００１９】請求項５記載の本発明は、第１乃至第４の外部光入出力ポートのそれぞれが接続される光入出力ポート、光入力ポート、および光出力ポートをそれぞれが有する第１乃至第４の光サーキュレータと、前記第１乃至第４の光サーキュレータのそれぞれの光入力ポートが１対１に対応して接続される第１の４つの光入出力ポート、および該第１の４つの光入出力ポートとは異なる第２の４つの光入出力ポートを有する１または複数の光波長合分波回路と、前記第１乃至第４の光サーキュレータのそれぞれの光出力ポートと前記光波長合分波回路の第２の４つの光入出力ポートで第１乃至第４の光サーキュレータのそれぞれの光出力ポートに１対１に対応する前記光波長合分波回路の第２の４つの光入出力ポートとの間に接続され、第１乃至第４の光サーキュレータのそれぞれの光出力ポートから前記光波長合分波回路の第２の４つの光入出力ポートに向かう方向に伝搬する光信号を

増幅して出力する第１乃至第４の４つの片方向光増幅手段とを有し、第１乃至第４の光入力ポートおよび第１乃至第４の光出力ポートを有し、第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか，または第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか，または第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか，または第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するかを任意に選択可能な４入力４出力光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ（ｊ＝１，２，…，Ｎ），または第１乃至第４の光入力ポートおよび第１乃至第４光出力ポートを有し，第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか，または第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか，または第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか，または第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第

２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか，または第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するかを任意に選択可能な４入力４出力光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊ（ｊ＝１，２，…，Ｎ），または第１乃至第４の光入力ポートおよび第１乃至第４の光出力ポートを有し、第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか，または第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で光導波路を結び，その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか，または第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で光導波路を結び，その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか，または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で光導波路を結び，その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか，または第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で光導波路を結び，その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか，または第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか，または第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で光導波路を結び，その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか，または第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で光導波路を結び，その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するかのいずれかの４入力４出力光回路Ｓ３－ｊ（ｊ＝１，２，…，Ｎ）のいずれかが光波長チャンネルの集合ＬＯの要素である光波長チャンネルに個々に対応して，それぞれ配置され、これらの計Ｎ個の４入力４出力光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ、ＳＰ－ｊまたは４入力４出力光回路Ｓ３－ｊのすべての光入力ポートおよび光出力ポートとこれらの光入力ポートおよび光出力ポートのそれぞれに１対１に対応する前記光波長合分波回路の複数の光入出力ポートがそれぞれ接続されてなる光パス・アレンジ用光回路であって，前記光波長合分波回路の光入出力ポートが，光波長チャンネルの集合ＬＯ＝｛λｊ｝（ｊ＝１，２，…，Ｎ）に対する光波長合分波に関する集合であり，かつ互いに素である８つの集合Ａ－１，Ａ－２，Ａ－３，Ａ－４，Ａ－５，Ａ－６，Ａ－７，およびＡ－８を形成し，光波長合分波回路の光入出力ポートの何れかの集合Ａ－１の要素である合波側の第１の入出力ポートと第１の片方向光増幅手段の光出力ポートとを結ぶ光導波路と、光波長合分波回路の光入出力ポートの集合Ａ－１以外の何れかの集合Ａ－２の要素である合波側の第２の入出力ポートと第２の片方向光増幅手段の光出力ポートとを結ぶ光導波路と，光波長合分波回路の光入出力ポートの集合Ａ－１，Ａ－２以外の何れかの集合Ａ－３の要素である合波側の第３の入出力ポートと第３の片方向光増幅手段の光出力ポートとを結ぶ光導波路と、光波長合分波回路の光入出力ポートの集合Ａ－１，Ａ－２，Ａ－３以外の何れかの集合Ａ－４の要素である合波側の第４の入出力ポートと第４の片方向光増幅手段の光出力ポートとを結ぶ光導波路と、光波長合分波回路の光入出力ポートの集合Ａ－１，Ａ－２，Ａ－３，Ａ－４以外の何れかの集合Ａ－５の要素である合波側の第５の入出力ポートと第１の光サーキュレータの光入力ポートとを結ぶ光導波路と、光波長合分波回路の光入出力ポートの集合Ａ－１，Ａ－２，Ａ－３，Ａ－４，Ａ－５以外の何れかの集合Ａ－６の要素である合波側の第６の入出力ポートと第２の光サーキュレータの光入力ポートとを結ぶ光導波路と，光波長合分波回路

の光入出力ポートの集合A−1，A−2，A−3，A−4，A−5，A−6以外の何れかの集合A−7の要素である合波側の第7の入出力ポートと第3の光サーキュレータの光入力ポートとを結ぶ光導波路と、光波長合分波回路の光入出力ポートの集合A−1，A−2，A−3，A−4，A−5，A−6，A−7以外の何れかの集合A−8の要素である合波側の第8の入出力ポートと第4の光サーキュレータの光入力ポートとを結ぶ光導波路と、前記第1の片方向光増幅手段の光入力ポートと前記第1の光サーキュレータの光出力ポートとを結ぶ光導波路と，前記第2の片方向光増幅手段の光入力ポートと前記第2の光サーキュレータの光出力ポートとを結ぶ光導波路と，前記第3の片方向光増幅手段の光入力ポートと前記第3の光サーキュレータの光出力ポートとを結ぶ光導波路と、前記第4の片方向光増幅手段の光入力ポートと前記第4の光サーキュレータの光出力ポートとを結ぶ光導波路と、光波長チャンネルの集合LOの要素λｉ（ｉ＝1，2，…，N）に対応する光クロスコネクト用スイッチ回路S1−ｉ，SP−ｉまたは光回路S3−ｉのいずれかの第1の光入力ポートと前記光波長合分波回路の波長合分波に関する集合A−1の波長チャンネルλｉに対応する分波側の第1の光入出力ポートとをそれぞれ経て結ぶ光導波路と，光クロスコネクト用スイッチ回路S1−ｉ，SP−ｉまたは光回路S3−ｉのいずれかの第2の光入力ポートと前記光波長合分波回路の波長合分波に関する集合A−2の波長チャンネルλｉに対応する分波側の第2の光入出力ポートとをそれぞれ経て結ぶ光導波路と，光クロスコネクト用スイッチ回路S1−ｉ，SP−ｉまたは光回路S3−ｉのいずれかの第3の光入力ポートと前記光波長合分波回路の波長合分波に関する集合A−3の波長チャンネルλｉに対応する分波側の第3の光入出力ポートとをそれぞれ経て結ぶ光導波路と，光クロスコネクト用スイッチ回路S1−ｉ，SP−ｉまたは光回路S3−ｉのいずれかの第4の光入力ポートと前記光波長合分波回路の波長合分波に関する集合A−4の波長チャンネルλｉに対応する分波側の第4の光入出力ポートとをそれぞれ経て結ぶ光導波路と，光クロスコネクト用スイッチ回路S1−ｉ，SP−ｉまたは光回路S3−ｉのいずれかの第1の光出力ポートと前記光波長合分波回路の波長合分波に関する集合A−5の波長チャンネルλｉに対応する分波側の第5の光入出力ポートとをそれぞれ経て結ぶ光導波路と，光クロスコネクト用スイッチ回路S1−ｉ，SP−ｉまたは光回路S3−ｉのいずれかの第2の光出力ポートと前記光波長合分波回路の波長合分波に関する集合A−6の波長チャンネルλｉに対応する分波側の第6の光入出力ポートとをそれぞれ経て結ぶ光導波路と，光クロスコネクト用スイッチ回路S1−ｉ，SP−ｉまたは光回路S3−ｉのいずれかの第3の光出力ポートと前記光波長合分波回路の波長合分波に関する集合A−7の波長チャンネルλｉに対応する分波側の第7の光入出力ポートとをそれぞれ経て結ぶ光導波路と，光クロスコネクト用スイッチ回路S1−ｉ，SP−ｉまたは光回路S3−ｉのいずれかの第4の光出力ポートと前記光波長合分波回路の波長合分波に関する集合A−8の波長チャンネルλｉに対応する分波側の第8の光入出力ポートとをそれぞれ経て結ぶ光導波路とを有することを要旨とする。

【0020】請求項5記載の本発明にあっては，各光入力ポートがそれぞれ外部光入出力ポートI／O−1，2，3，4に接続された第1乃至第4の光サーキュレータ，1または複数の光波長合分波回路，および第1乃至第4の4つの片方向光増幅手段を有し，外部光入出力ポートI／O−1，2，3，4の間において図7に示す8通りの光伝搬増幅状態および図8に示す12通りの光伝搬増幅状態を実現し得る。

【0021】また、本発明の請求項6記載の本発明は、請求項5記載の本発明において、前記光クロスコネクト用スイッチ回路S1−ｊが，1または複数のPLC基板上に形成され，第1および第2の2つの光入力ポートと第1および第2の2つの光出力ポートを備え、第1の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間および第2の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第1の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間および第2の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間を除く全ての光入出力ポート間で信号光を遮断するか，または第1の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間および第2の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第1の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間および第2の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間を除く全ての光入出力ポート間で信号光を遮断するかを任意に選択することができる2×2クロス・バー動作光スイッチ回路CS−ｋ（ｋ＝1）と、各々が第1および第2の2つの分波側光入出力ポートおよび1つの合波側光入出力ポートを備え，第1の分波側光入出力ポートと第1の合波側光入出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第1の分波側光入出力ポートと第1の合波側光入出力ポートとの間を除く全ての光入出力ポート間で信号光を遮断するか、または第2の分波側光入出力ポートと第1の合波側光入出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第2の分波側光入出力ポートと第1の合波側光入出力ポートとの間を除く全ての光入出力ポート間で信号光を遮断するかを任意に選択することができる第1乃至第4の4つの2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−ｉ（ｉ＝1，2，3，4）と、光クロスコネクト用スイッチ回路S1−ｊの第1の光入力ポートと何れかの2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−1の第1の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、光クロスコネクト用スイッチ回路S1−ｊの第2の光入力ポートと前記2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−1の第2の分波側光入出

力ポートとを結ぶ光導波路と、光クロスコネクト用スイッチ回路S1−jの第3の光入力ポートと前記2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−1を除く何れかの2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−2の第2の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、光クロスコネクト用スイッチ回路S1−jの第4の光入力ポートと前記2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−2の第1の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、光クロスコネクト用スイッチ回路S1−jの第1の光出力ポートと前記2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−1およびSS−2を除く何れかの2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−3の第2の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、光クロスコネクト用スイッチ回路S1−jの第2の光出力ポートと前記2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−3の第1の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、光クロスコネクト用スイッチ回路S1−jの第3の光出力ポートと前記2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−1、SS−2、およびSS−2を除く何れかの2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−4の第1の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、光クロスコネクト用スイッチ回路S1−jの第4の光出力ポートと前記2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−4の第2の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、前記2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−1の第1の合波側光入出力ポートと前記2×2クロス・バー動作光スイッチ回路CS−1の第1の光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、前記2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−2の第1の合波側光入出力ポートと前記2×2クロス・バー動作光スイッチ回路CS−1の第2の光入力ポートとを結ぶ光導波路と、前記2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−3の第1の合波側光出力ポートと前記2×2クロス・バー動作光スイッチ回路CS−1の第1の光出力ポートとを結ぶ光導波路と、前記2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS−4の第1の合波側光入出力ポートと前記2×2クロス・バー動作光スイッチ回路CS−1の第2の光出力ポートとを結ぶ光導波路とを有することを要旨とする。

【0022】請求項6記載の本発明にあっては、光クロスコネクト用スイッチ回路S1−jでは、第1の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間および第3の光入力ポートと第4の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第1の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間および第3の光入力ポートと第4の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第1の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間および第4の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第1の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間および第4の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第1の光入力ポートと第4の光出力ポートとの間および第3の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第1の光入力ポートと第4の光出力ポートとの間および第3の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第1の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間および第4の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第1の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間および第4の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第2の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間および第3の光入力ポートと第4の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第2の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間および第3の光入力ポートと第4の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第2の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間および第4の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第2の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間および第4の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第2の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間および第4の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第2の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間および第4の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第2の光入力ポートと第4の光出力ポートとの間および第3の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第2の光入力ポートと第4の光出力ポートとの間および第3の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するかを任意に選択できる。

【0023】更に、請求項7記載の本発明は、請求項5記載の本発明において、前記光クロスコネクト用スイッチSP−jが、1または複数のPLC基板上に作成され、各々が第1および第2の2つの光入力ポートと第1および第2の2つの光出力ポートとを備え、第1の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間および第2の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第1の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間および第2の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間を除く全ての光入出力ポート間で信号光を遮断するか、または第1の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間および第2の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第1の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間および第2の光入力ポートと第

１の光出力ポートとの間を除く全ての光入出力ポート間で信号光を遮断するかを任意に選択することができる第１乃至第４の４つの２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－ｋ（ｋ＝１，２，３，４）と、各々が第１および第２の２つの分波側光入出力ポートおよび１つの合波側光入出力ポートを備え，第１の分波側光入出力ポートと第１の合波側光入出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第１の分波側光入出力ポートと第１の合波側光入出力ポートとの間を除く全ての光入出力ポート間で信号光を遮断するか、または第２の分波側光入出力ポートと第１の合波側光入出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第２の分波側光入出力ポートと第１の合波側光入出力ポートとの間を除く全ての光入出力ポート間で信号光を遮断するかを任意に選択することができる第１乃至第４の４つの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）と、光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第１の光入力ポートと何れかの２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１の第２の光入力ポートとを結ぶ光導波路と，光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第２の光入力ポートと前記２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１の第１の光入力ポートとを結ぶ光導波路と、光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第３の光入力ポートと前記２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１を除く何れかの２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－２の第１の光入力ポートとを結ぶ光導波路と、光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第４の光入力ポートと前記２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－２の第２の光入力ポートとを結ぶ光導波路と，光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第１の光出力ポートと２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１、ＣＳ－２を除く何れかの２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－３の第２の光出力ポートとを結ぶ光導波路と，光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第２の光出力ポートと２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－３の第１の光出力ポートとを結ぶ光導波路と，光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第３の光出力ポートと２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１，ＣＳ－２，ＣＳ－３を除く何れかの２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－４の第１の光出力ポートとを結ぶ光導波路と、光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第４の光出力ポートと２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－４の第２の光出力ポートとを結ぶ光導波路と、２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１の第１の光出力ポートと何れかの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１の第２の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－２の第１の光出力ポートと前記２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１の第１の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と，２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－２の第２の光出力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１を除く何れかの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－２の第１の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と，２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１の第２の光出力ポートと前記２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－２の第２の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－３の第１の光入力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１、ＳＳ－２を除く何れかの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－３の第１の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－４の第１の光入力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－３の第１の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－４の第２の光入力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１，ＳＳ－２，ＳＳ－３を除く何れかの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－４の第２の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－３の第２の光入力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－４の第１の分波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１の第１の合波側光入出力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－３の第１の合波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路と、２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－２の第１の合波側光入出力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－４の第１の合波側光入出力ポートとを結ぶ光導波路とを有することを要旨とする。

【００２４】請求項７記載の本発明にあっては，光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊでは，第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか，または第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポ

ートと第3の光出力ポートとの間および第4の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第1の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間および第4の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第2の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間および第3の光入力ポートと第4の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第2の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間および第3の光入力ポートと第4の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第2の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間および第4の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第2の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間および第4の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第2の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間および第4の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第2の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間および第4の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第2の光入力ポートと第4の光出力ポートとの間および第3の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第2の光入力ポートと第4の光出力ポートとの間および第3の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第1の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間および第2の光入力ポートと第4の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第1の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間および第2の光入力ポートと第4の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第1の光入力ポートと第4の光出力ポートとの間および第2の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第1の光入力ポートと第4の光出力ポートとの間および第2の光入力ポートと第3の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第3の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間および第4の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第3の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間および第4の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第4の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間および第3の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第4の光入力ポートと第1の光出力ポートとの間および第3の光入力ポートと第2の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するかを任意に選択できる。

【0025】請求項8記載の本発明は、請求項6または7記載の本発明において、前記2×2クロス・バー動作光スイッチ回路CS－₁が、マッハ・ツェンダ型平面導波路光TOスイッチ回路、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光TOスイッチ回路、またはマッハ・ツェンダ型平面導波路光LNスイッチ回路、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光LNスイッチ回路、または半導体光増幅器（SOA）型2×2光スイッチ回路で構成されることを要旨とする。

【0026】請求項8記載の本発明にあっては、2×2クロス・バー動作光スイッチ回路CS－₁は、マッハ・ツェンダ型平面導波路光TOスイッチ回路、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光TOスイッチ回路、またはマッハ・ツェンダ型平面導波路光LNスイッチ回路、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光LNスイッチ回路、または半導体光増幅器（SOA）型2×2光スイッチ回路で構成される。

【0027】また、請求項9記載の本発明は、請求項6または7記載の本発明において、前記2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路SS－₁が、マッハ・ツェンダ型平面導波路光TOスイッチ回路の4つの光入出力ポートのうち、何れか3つの光入出力ポートを用いて実現されたもの、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光TOスイッチ回路の4つの光入出力ポートのうち、何れか3つの光入出力ポートを用いて実現されたもの、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光TOスイッチ回路の構成における4つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光TOスイッチ回路部とこれら4つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光TOスイッチ回路部の光入出力ポート間を結ぶ光導波路のうち、何れか3つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光TOスイッチ回路部とこれら3つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光TOスイッチ回路部の光入出力ポート間を結ぶ光導波路のみから構成される2×1透過結合ポート選択光スイッチ回路、またはマッハ・ツェンダ型平面導波路光LNスイッチ回路の4つの光入出力ポートのうち、何れか3つの光入出力ポートを用いて実現されたもの、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光LNスイッチ回路の4つの光入出力ポートのうち、何れか3つの光入出力ポートを用いて実現されたもの、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光LNスイッチ回路の構成における4つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光LNスイッチ回路部とこれら4つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光LNスイッチ回路部の光入出力ポート間を結ぶ光導波路のうち、何れか3つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光LNスイッチ回路部とこれら3つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光LNスイッチ回路部の光入出力ポート間を結ぶ光導波路のみから構成される2×1透過結合ポー

ト選択光スイッチ回路で構成されることを要旨とする。

【００２８】請求項９記載の本発明にあっては、２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－ｉは、マッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路の４つの光入出力ポートのうち、何れか３つの光入出力ポートを用いて実現されたもの、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路の４つの光入出力ポートのうち、何れか３つの光入出力ポートを用いて実現されたもの、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路の構成における４つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路部とこれら４つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路部の光入出力ポート間を結ぶ光導波路のうち、何れか３つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路部とこれら３つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路部の光入出力ポート間を結ぶ光導波路のみから構成される２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路、またはマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路の４つの光入出力ポートのうち、何れか３つの光入出力ポートを用いて実現されたもの、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路の４つの光入出力ポートのうち、何れか３つの光入出力ポートを用いて実現されたもの、またはダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路の構成における４つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路部とこれら４つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路部の光入出力ポート間を結ぶ光導波路のうち、何れか３つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路部とこれら３つのマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路部の光入出力ポート間を結ぶ光導波路のみから構成される２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路で構成される。

【００２９】更に、請求項１０記載の本発明は、請求項６記載の本発明において、前記光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊが、１つのＰＬＣ基板平面上に全ての構成光回路が作成されており、基板上面から見て、時計回りに光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊの第２の光出力ポート、第１の光出力ポート、第３の光出力ポート、第４の光出力ポート、第４の光入力ポート、第３の光入力ポート、第１の光入力ポート、第２の光入力ポートの順に各光入力・出力ポートが隣り合うように配置され、２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－ｋ（ｋ＝１）の光入出力ポートが基板上面から見て、時計回りに第２の光入力ポート、第１の光入力ポート、第１の光出力ポート、第２の光出力ポートの順に隣り合うように配置され、４つの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）の光入出力ポートが基板上面から見て、時計回りに第１の分波側光入出力ポート、第２の分波側光入出力ポート、第１の合波側光入出力ポートの順に隣り合うように配置され、更に、各々の２×２クロス・バー動作光スイッチ回路および２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路の間隔が適度にあたえられることにより、各々の２×２クロス・バー動作光スイッチ回路および２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路の光入力ポート、光出力ポート間を結ぶ何れかの光導波路も交差しない配置になっていることを要旨とする。

【００３０】請求項１０記載の本発明にあっては、光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊは１つのＰＬＣ基板平面上に全ての構成光回路が作成されており、基板上面から見て、時計回りに光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊの第２の光出力ポート、第１の光出力ポート、第３の光出力ポート、第４の光出力ポート、第４の光入力ポート、第３の光入力ポート、第１の光入力ポート、第２の光入力ポートの順に各光入力・出力ポートが隣り合うように配置され、２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－ｋ（ｋ＝１）の光入出力ポートが基板上面から見て、時計回りに第２の光入力ポート、第１の光入力ポート、第１の光出力ポート、第２の光出力ポートの順に隣り合うように配置され、４つの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）の光入出力ポートが基板上面から見て、時計回りに第１の分波側光入出力ポート、第２の分波側光入出力ポート、第１の合波側光入出力ポートの順に隣り合うように配置され、更に、各々の２×２クロス・バー動作光スイッチ回路および２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路の間隔が適度にあたえられることにより、各々の２×２クロス・バー動作光スイッチ回路および２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路の光入力ポート、光出力ポート間を結ぶ何れかの光導波路も交差しない配置になっている。

【００３１】請求項１１記載の本発明は、請求項７記載の本発明において、クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊが、１つのＰＬＣ基板平面上に全ての構成光回路が作成されており、基板上面から見て、時計回りに光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第２の光出力ポート、第１の光出力ポート、第３の光出力ポート、第４の光出力ポート、第４の光入力ポート、第３の光入力ポート、第１の光入力ポート、第２の光入力ポートの順に各光入力・出力ポートが隣り合うように配置され、４つの２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－ｋ（ｋ＝１，２，３，４）の光入出力ポートが基板上面から見て、時計回りに第２の光入力ポート、第１の光入力ポート、第１の光出力ポート、第２の光出力ポートの順に隣り合うように配置され、４つの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）の光入出力ポートが基板上面から見て、時計回りに第１の分波側光入出力ポート、第２の分波側光入出力ポート、第１の合波側光入出力ポートの順に隣り合うように配置され、更に、各々の２×２クロス・バー動作光スイッチ回路の間隔が

適度にあたえられることにより、各々の２×２クロス・バー動作光スイッチ回路の光入力ポート、光出力ポート間を結ぶ何れかの光導波路において、２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１の第２の光出力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－２の第２の分波側光入出力ポートとの間，２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－２の第１の光出力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１の第１の分波側光入出力ポートとの間をそれぞれ結ぶ光導波路と、２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－３の第２の光入力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－４の第１の分波側光入出力ポートとの間および２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－４の第１の光入力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－３の第２の分波側光入出力ポートとの間をそれぞれ結ぶ光導波路との２組がそれぞれ一ヶ所ずつ、計２ヶ所のみが交差し、それ以外の光入力ポート、光出力ポート間を結ぶ光導波路の交差がない配置となっていることを要旨とする。

【００３２】請求項１１記載の本発明にあっては、クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊは１つのＰＬＣ基板平面上に全ての構成光回路が作成されており、基板上面から見て、時計回りに光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの第２の光出力ポート、第１の光出力ポート、第３の光出力ポート、第４の光出力ポート、第４の光入力ポート、第３の光入力ポート、第１の光入力ポート、第２の光入力ポートの順に各光入力・出力ポートが隣り合うように配置され、４つの２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－ｋ（ｋ＝１，２，３，４）の光入出力ポートが基板上面から見て、時計回りに第２の光入力ポート、第１の光入力ポート、第１の光出力ポート、第２の光出力ポートの順に隣り合うように配置され、４つの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）の光入出力ポートが基板上面から見て、時計回りに第１の分波側光入出力ポート、第２の分波側光入出力ポート、第１の合波側光入出力ポートの順に隣り合うように配置され、更に、各々の２×２クロス・バー動作光スイッチ回路の間隔が適度にあたえられることにより、各々の２×２クロス・バー動作光スイッチ回路の光入力ポート、光出力ポート間を結ぶ何れかの光導波路において、２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－１の第２の光出力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－２の第２の分波側光入出力ポートとの間，２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－２の第１の光出力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－１の第１の分波側光入出力ポートとの間をそれぞれ結ぶ光導波路と、２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－３の第２の光入力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－４の第１の分波側光入出力ポートとの間および２×２クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－４の第１の光入力ポートと２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－３の第２の分波側光入出力ポートとの間をそれぞれ結ぶ光導波路との２組がそれぞれ一ヶ所ずつ、計２ヶ所のみが交差し、それ以外の光入力ポート、光出力ポート間を結ぶ光導波路の交差がない配置となっている。

【００３３】また、請求項１２記載の本発明は、請求項５記載の本発明において、前記光波長合分波回路が、アレー導波路型光波長合分波器（ＡＷＧ：ａｒｒａｙｅｄ－ｗａｖｅｇｕｉｄｅ　ｇｒａｔｉｎｇ）であることを要旨とする。

【００３４】請求項１２記載の本発明にあっては、光波長合分波回路はアレー導波路型光波長合分波器である。

【００３５】更に、請求項１３記載の本発明は、請求項５記載の本発明において、波長合分波に関する集合Ａ－１，Ａ－２、Ａ－３、Ａ－４を形成し、かつ互いに交差しない光入出力用導波路を全て持つ１つのアレー導波路平面光回路ＷＭ－１と、波長合分波に関する集合Ａ－５，Ａ－６、Ａ－７、Ａ－８を形成し、かつ互いに交差しない光入出力用導波路を全て持つ１つのアレー導波路平面光回路ＷＭ－２と、各波長チャンネルにそれぞれ対応して個別に配置され、かつ波長チャンネル毎にそれらのいずれかが配置される４入力４出力光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ，ＳＰ－ｊ，および光回路Ｓ３－ｊと、前記アレー導波路平面光回路ＷＭ－１，ＷＭ－２の光入出力ポートおよび４入力４出力光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ，ＳＰ－ｊ，および光回路Ｓ３－ｊ（ｊ＝１，２，…，Ｎ）の光入力ポートおよび光出力ポートのそれぞれに対応するポート同士を結ぶ光導波路とで構成される光波長合分波回路および光クロスコネクト用スイッチ回路部で、前記アレー導波路平面光回路ＷＭ－１の各々の集合の分波側の光入出力導波路で任意の波長チャンネルλｉに対応する光入出力ポートが時計回りまたは反時計回りの何れかの回りで第２，第１、第３，第４の分波側光入出力ポート（Ａ－Ｉ／Ｏ－ｄ－２－ｉ，Ａ－Ｉ／Ｏ－ｄ－１－ｉ，Ａ－Ｉ／Ｏ－ｄ－３－ｉ，Ａ－Ｉ／Ｏ－ｄ－４－ｉ）の順番で並んでおり、かつこれらの順番に並んでいる光入出力ポートの間には、その他のすべての合波側の光入出力ポートおよび対応する波長チャンネルが異なる分波側の光入出力ポートが入り込まずに、対応する波長チャンネル毎に光入出力ポートがそれぞれ位置的に集団を成しており、前記アレー導波路平面光回路ＷＭ－２の各々の集合の分波側の光入出力導波路で任意の波長チャンネルλｉに対応する光入出力ポートが前記アレー導波路平面光回路ＷＭ－１において光入出力ポートが第２、第１，第３、第４の分波側光入出力ポート（Ａ－Ｉ／Ｏ－ｄ－２－ｉ，Ａ－Ｉ／Ｏ－ｄ－１－ｉ，Ａ－Ｉ／Ｏ－ｄ－３－ｉ，Ａ－Ｉ／Ｏ－ｄ－４－ｉ）の順番となる回りとは逆回りに第６，第５，第７、第８の分波側光入出力ポート（Ａ－Ｉ／Ｏ－

d−6−i、A−I／O−d−5−i、A−I／O−d−7−i、A−I／O−d−8−i）の順番で並んでおり、かつこれらの順番に並んでいる光入出力ポートの間には、その他のすべての合波側の光入出力ポートおよび対応する波長チャンネルが異なる分波側の光入出力ポートが入り込まずに、対応する波長チャンネル毎に光入出力ポートがそれぞれ位置的に集団を成しており、更に分波側の波長チャンネル毎の光入出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番と前記アレー導波路平面光回路WM−1の分波側の波長チャンネル毎の光入出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番とが互いに逆回りで同じ順番となっており、更に、各々の4入力4出力光クロスコネクト用スイッチ回路S1−j、SP−j、および光回路S3−j（j＝1、2、…、N）の光出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番と前記アレー導波路平面光回路WM−1の分波側の波長チャンネル毎の光入出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番とが互いに同じ回りで同じ順番となっており、かつ各々の4入力4出力光クロスコネクト用スイッチ回路S1−j、SP−j、および光回路S3−j（j＝1、2、…、N）の光出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番と前記アレー導波路平面光回路WM−1の分波側の波長チャンネル毎の光入出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番とが互いに逆回りで同じ順番となっていることにより、同一平面上でアレー導波路平面光回路WM−1、WM−2と4入力4出力光クロスコネクト用スイッチ回路S1−j、SP−j、および光回路S3−j（j＝1、2、…、N）とを結ぶ光導波路同士で互いに交差するものが1つもないような回路の配置および構成であり、アレー導波路平面光回路WM−1、WM−2および4入力4出力光クロスコネクト用スイッチ回路S1−j、SP−j、および光回路S3−j（j＝1、2、…、N）と、アレー導波路平面光回路WM−1、WM−2および4入力4出力光クロスコネクト用スイッチ回路S1−j、SP−j、および光回路S3−j（j＝1、2、…、N）間をそれぞれ結ぶ光導波路とを同一平面基板上に作成するか、または個別の作成された光波長合分波部の平面回路基板と光クロスコネクト用スイッチ回路の平面回路基板とを突き合わせする形で各々の光入出力ポート同士を結合し、1つの平面状光回路を形成することを要旨とする。

【0036】請求項13記載の本発明にあっては、波長合分波に関する集合A−1、A−2、A−3、A−4を形成し、かつ互いに交差しない光入出力用導波路を全て持つ1つのアレー導波路平面光回路WM−1と、波長合分波に関する集合A−5、A−6、A−7、A−8を形成し、かつ互いに交差しない光入出力用導波路を全て持つ1つのアレー導波路平面光回路WM−2と、各波長チャンネルにそれぞれ対応して個別に配置され、かつ波長チャンネル毎にそれらのいずれかが配置される4入力4出力光クロスコネクト用スイッチ回路S1−j、SP−j、および光回路S3−jと、前記アレー導波路平面光回路WM−1、WM−2の光入出力ポートおよび4入力4出力光クロスコネクト用スイッチ回路S1−j、SP−j、および光回路S3−j（j＝1、2、…、N）の光入力ポートおよび光出力ポートのそれぞれに対応するポート同士を結ぶ光導波路とで構成される光波長合分波回路および光クロスコネクト用スイッチ回路部で、前記アレー導波路平面光回路WM−1の各々の集合の分波側の光入出力導波路で任意の波長チャンネルλiに対応する光入出力ポートが時計回りまたは反時計回りの何れかの回りで第2、第1、第3、第4の分波側光入出力ポート（A−I／O−d−2−i、A−I／O−d−1−i、A−I／O−d−3−i、A−I／O−d−4−i）の順番で並んでおり、かつこれらの順番に並んでいる光入出力ポートの間には、その他のすべての合波側の光入出力ポートおよび対応する波長チャンネルが異なる分波側の光入出力ポートが入り込まずに、対応する波長チャンネル毎に光入出力ポートがそれぞれ位置的に集団を成しており、前記アレー導波路平面光回路WM−2の各々の集合の分波側の光入出力導波路で任意の波長チャンネルλiに対応する光入出力ポートが前記アレー導波路平面光回路WM−1において光入出力ポートが第2、第1、第3、第4の分波側光入出力ポート（A−I／O−d−2−i、A−I／O−d−1−i、A−I／O−d−3−i、A−I／O−d−4−i）の順番となる回りとは逆回りに第6、第5、第7、第8の分波側光入出力ポート（A−I／O−d−6−i、A−I／O−d−5−i、A−I／O−d−7−i、A−I／O−d−8−i）の順番で並んでおり、かつこれらの順番に並んでいる光入出力ポートの間には、その他のすべての合波側の光入出力ポートおよび対応する波長チャンネルが異なる分波側の光入出力ポートが入り込まずに、対応する波長チャンネル毎に光入出力ポートがそれぞれ位置的に集団を成しており、更に分波側の波長チャンネル毎の光入出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番と前記アレー導波路平面光回路WM−1の分波側の波長チャンネル毎の光入出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番とが互いに逆回りで同じ順番となっており、更に、各々の4入力4出力光クロスコネクト用スイッチ回路S1−j、SP−j、および光回路S3−j（j＝1、2、…、N）の光出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番と前記アレー導波路平面光回路WM−1の分波側の波長チャンネル毎の光入出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番とが互いに同じ回りで同じ順番となっており、かつ各々の4入力4出力光クロスコネクト用スイッチ回路S

１−ｊ、ＳＰ−ｊ、および光回路Ｓ３−ｊ（ｊ＝１，２，…，Ｎ）の光出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番と前記アレー導波路平面光回路ＷＭ−１の分波側の波長チャンネル毎の光入出力ポートの集団同士の対応する波長チャンネルに関しての並びの順番とが互いに逆回りで同じ順番となっていることにより、同一平面上でアレー導波路平面光回路ＷＭ−１，ＷＭ−２と４入力４出力光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１−ｊ、ＳＰ−ｊ、および光回路Ｓ３−ｊ（ｊ＝１，２，…，Ｎ）とを結ぶ光導波路同士で互いに交差するものが１つもないような回路の配置および構成であり、アレー導波路平面光回路ＷＭ−１、ＷＭ−２および４入力４出力光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１−ｊ，ＳＰ−ｊ，および光回路Ｓ３−ｊ（ｊ＝１，２，…，Ｎ）と、アレー導波路平面光回路ＷＭ−１，ＷＭ−２および４入力４出力光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１−ｊ、ＳＰ−ｊ、および光回路Ｓ３−ｊ（ｊ＝１，２，…，Ｎ）間をそれぞれ結ぶ光導波路とを同一平面基板上に作成するか、または個別の作成された光波長合分波部の平面回路基板と光クロスコネクト用スイッチ回路の平面回路基板とを突き合わせする形で各々の光入出力ポート同士を結合し、１つの平面状光回路を形成する。

【００３７】請求項１４記載の本発明は、請求項９記載の本発明において、前記光サーキュレータにおいて、光入力ポートに入力された光が、光入出力ポートから出力され，光入出力ポートから入力された光は、光出力ポートから出力され，光入出力ポートから入力され光入力ポートから出力される光は，十分に抑圧され、光出力ポー＊

＊トから入力され，光入出力ポートから出力される光は、十分に抑圧され，光入力ポートと光出力ポートとの間では光の入出力の向きに関わらず光が十分に抑圧されることを要旨とする。

【００３８】請求項１４記載の本発明にあっては，光サーキュレータにおいて、光入力ポートに入力された光は，光入出力ポートから出力され、光入出力ポートから入力された光は，光出力ポートから出力され、光入出力ポートから入力され光入力ポートから出力される光は、十分に抑圧され，光出力ポートから入力され、光入出力ポートから出力される光は，十分に抑圧され、光入力ポートと光出力ポートとの間では光の入出力の向きに関わらず光が十分に抑圧される。

【００３９】

【発明の実施の形態】以下，図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。

【００４０】まず最初に，本実施形態で用いる表現の定義を以下に記載する。

【００４１】［定義１］ある入出力ポートａと該入出力ポートａを要素に含まない入出力ポートの集合Ｂとがあり，入出力ポートの集合Ｂを定義域として前記入出力ポートａとの間の透過波長チャンネルを対応させる上への１：１の写像（ｏｎｔｏ　ｏｎｅ−ｔｏ−ｏｎｅ　ｍａｐｐｉｎｇ）の値域である波長チャンネルの集合Ｌが存在する場合、入出力ポートａを唯一の要素とする入出力ポートの集合Ａ（Ａ＝｛ａ｝）と

【外１】

入出力ポートの集合Ｂの和集合Ｃ（$\subseteq$Ａ∪Ｂ）が波長チャンネルの集合Ｌに対す

る波長合分波に関しての集合を形成すると表現し，前記入出力ポートａを合波側の入出力ポートと表現し，前記入出力ポートの集合Ｂの要素である入出力ポートを分波側の入出力ポートと表現する。

【００４２】［定義２］互いに素である２つの入出力ポート（導波路）の集合Ａ，Ｂ（Ａ∩Ｂ＝φ）があり、入出力ポート（導波路）の集合Ａの要素である入出力ポート（導波路）と入出力ポート（導波路）の集合Ｂの要素である入出力ポート（導波路）との各々総ての入出力ポート（導波路）間に問題とする波長領域内の透過波長チャンネルが少なくとも１つずつ存在し，各々の集合内の入出力ポート（導波路）間では透過波長チャンネルが存在しない場合（すなわち，入出力ポート（導波路）の集合Ａの要素のある入出力ポート（導波路）ａから信号光Ｌが入力された場合、入出力ポート（導波路）の集合Ｂの要素の何れか対応する入出力ポート（導波路）ｂから信号光Ｌが出力され、逆に入出力ポート（導波路）の集合Ｂの要素の入出力ポート（導波路）ｂから信号光Ｌが入力された場合，入出力ポート（導波路）の集合Ａの要素の入出力ポート（導波路）ａから信号光Ｌが出力され，入出力ポートの集合Ａの要素間，および入出力ポートの集合Ｂの要素間では，信号光が入出力されない）、入出力ポート（導波路）の集合Ａ，Ｂは、互いに相補的に入力ポート（導波路），出力ポート（導波路）となると表現する。

【００４３】次に、本発明の光パス・アレンジ用光回路において使用される光波長合分波回路として，望ましいＡＷＧの構成および本発明の光回路の構成上の重要な光部品であるＡＷＧと該ＡＷＧが本発明に係る光回路を構成する光波長合分波回路に要求されると特性、すなわち１つのＡＷＧの有する光入出力ポートがある波長チャンネルの集合に対する波長合分波に関する入出力ポートの集合で互いに素である複数の集合を形成し得るという特性を満足することとの証明を示す。

【００４４】まず、ＡＷＧの構成について図１を参照して説明する。図１は、Ｎ×Ｎ　ＡＷＧ（Ｎ＝１６）の回路構成を示す図である。

【００４５】図１に示すＮ×Ｎ　ＡＷＧ（Ｎ＝１６）は，２つのスラブ導波路部１０−１，１０−２と，この２つのスラブ導波路部のそれぞれに接続された光入出力導波路部９−１，９−２と，前記２つのスラブ導波路部１０−１、１０−２の間を連結し、隣接導波路長がある

適当な固定長ずつ単調増加または単調減少する光導波路の集まりからなるアレー導波路グレーティング部１１とから構成されている。

【００４６】また、光入出力導波路部９－１、９－２は、それぞれ互いに相補的に入力導波路および出力導波路になり、それぞれの要素数がＮ個である入出力導波路の集合から構成されている。

【００４７】更に、Ｎ×Ｎ　ＡＷＧ（Ｎ＝１６）は、互いに相補的に入力ポートおよび出力ポートとなる入出力ポートの集合であるＬＰ＝｛Ｌ－Ｐ．ｎ｝（ｎ＝１，２，…，１６）およびＲＰ＝｛Ｒ－Ｐ．ｍ｝（ｍ＝１，２，…，１６）を有している。

【００４８】但し、フリースペクトラル（ＦＳＲ）、波長チャンネル間隔（Δλ）および片側の入出力ポート数Ｎとの間でＮ＝ＦＳＲ／Δλなる関係を満足しているＮ×ＮＡＷＧの一方のスラブ導波路１０－１から延びている光入出力導波路部９－１を構成する光導波路で、２つのスラブ導波路部１０－１，１０－２を結ぶアレー導波路グレーティング部１１の導波路長の最も長い光導波路に隣接して延びている光導波路側から順にそれぞれの光導波路の導く入出力ポートに１，２，…，Ｎとポート番号を割り当て、一方のスラブ導波路１０-１から延びている入出力ポートの集合を他方のスラブ導波路１０－２から延びている入出力ポートの集合と識別する記号Ｌ－＊Ｐ．と併せてＬ－Ｐ．１，Ｌ－Ｐ．２，…，Ｌ－Ｐ．Ｎと表し、他方のスラブ導波路１０－２から延びており、２つのスラブ導波路部１０－１，１０－２を結ぶアレー導波路グレーティング部１１の導波路長の最も長い光導波路に隣接して延びている光入出力導波路部９－２を構成する光導波路側から順にそれぞれの光導波路の導く入出力ポートに１，２，…，Ｎとポート番号を割り当て、スラブ導波路１０－２から延びている入出力ポートの集合をスラブ導波路１０－１から延びている入出力ポートの集合と識別する記号Ｒ－Ｐ．と併せてＲ－Ｐ．１，Ｒ－Ｐ．２，…，Ｒ－Ｐ．Ｎと表すものとする。

【００４９】次に、ＡＷＧが本発明に係る光増幅器を構成する光波長合分波回路に要求される特性を満足することについての証明を行う。

【００５０】上述したように、各入出力ポートを入出力ポートを識別する記号と入出力ポート番号からなるＬ－Ｐ．１，Ｌ－Ｐ．２，…，Ｌ－Ｐ．Ｎ，Ｒ－Ｐ．１，Ｒ－Ｐ．２，…，Ｒ－Ｐ．Ｎで表すとき，Ｎ×Ｎ　ＡＷＧ（中心透過波長チャンネルλｃ、波長チャンネル間隔Δλ）の互いに相補的に入力ポート、出力ポートとなる入出力ポートＬ－Ｐ．ｎ（ｎはＮ以下の自然数）と入出力ポートＲ－Ｐ．ｍ（ｍはＮ以下の自然数）との透過波長λ（ｎ,ｍ）は、入出力ポート番号ｎ,ｍを用いて，

【数１】

$$
\begin{aligned}
\lambda(n, m) &= \lambda_{n+m-N/2} = \lambda_c + \Delta\lambda\,(n+m-N/2), \quad (0 < n+m-N/2 \leqq N) \quad \cdots (1)\\
&= \lambda_{n+m+N/2} = \lambda_c + \Delta\lambda\,(n+m+N/2), \quad (n+m-N/2 \leqq 0) \quad \cdots (2)\\
&= \lambda_{n+m-3N/2} = \lambda_c + \Delta\lambda\,(n+m-3N/2), \quad (N < n+m-N/2) \quad \cdots (3)
\end{aligned}
$$

と表すことができる。

【００５１】例えば、上述したように，適宜入出力ポートに番号を割り当てたばあいのＮ×Ｎ　ＡＷＧ（Ｎ＝１６，ＦＳＲ＝ＮΔλ）の入出力ポートＬ－Ｐ．６，Ｌ－Ｐ．７，Ｌ－Ｐ．８，Ｌ－Ｐ．９と入出力ポート｛Ｒ－Ｐ．ｍ｝（ｍ＝１，２，…，１６）との間の透過波長は表１に示すような関係となる。

【００５２】

【表１】

【表１】

	L-P.9	L-P.8	L-P.7	L-P.6
R-P.1	λ.2	λ.1	λ.16	λ.15
R-P.2	λ.3	λ.2	λ.1	λ.16
R-P.3	λ.4	λ.3	λ.2	λ.1
R-P.4	λ.5	λ.4	λ.3	λ.2
R-P.5	λ.6	λ.5	λ.4	λ.3
R-P.6	λ.7	λ.6	λ.5	λ.4
R-P.7	λ.8	λ.7	λ.6	λ.5
R-P.8	λ.9	λ.8	λ.7	λ.6
R-P.9	λ.10	λ.9	λ.8	λ.7
R-P.10	λ.11	λ.10	λ.9	λ.8
R-P.11	λ.12	λ.11	λ.10	λ.9
R-P.12	λ.13	λ.12	λ.11	λ.10
R-P.13	λ.14	λ.13	λ.12	λ.11
R-P.14	λ.15	λ.14	λ.13	λ.12
R-P.15	λ.16	λ.15	λ.14	λ.13
R-P.16	λ.1	λ.16	λ.15	λ.14

ここで、N×N　AWGが本発明の光増幅器に必要となる光波長合分波回路に要求される特性を満足すること、すなわち｛０＜ｊ＜Ｎを満足する任意の整数ｊに対して＊の入出力ポートの場合｛Ｌ－Ｐ．ｊ、Ｒ－Ｐ．２Ｋ′＋１（Ｋ′＝０、１、２、…、Ｎ／２－１）｝と入出力ポートの集合｛Ｌ－Ｐ．ｊ－１、Ｒ－Ｐ．２ｋ″＋２（ｋ″＝０、１、２、…、Ｎ／２－１）｝とが互いに素であり、かつ、同一の波長チャンネルの集合に対する波長合分波に関しての集合となっていることを示す。

【００５３】まず、０＜ｊ＜Ｎを満足する任意の整数ｊと０≦ｋ≦Ｎ／２－１を満足する任意の整数ｋに対して、入出力ポートＬ－Ｐ．ｊと入出力ポートＲ－Ｐ．２ｋ＋１とのポート間の透過波長λ（ｊ、２ｋ＋１）と、入出力ポートＬ－Ｐ．ｊ－１と入出力ポートＲ－Ｐ．２ｋ＋２とのポート間の透過波長λ（ｊ－１，２ｋ＋２）との関係を以下で求める。

【００５４】上記の二組の入出力ポートの組に於いてお互いに相補的に入力ポート・出力ポートとなるポート間のポート番号の和は、上記の任意の整数ｋ，ｊを用いて、

ｎ＋ｍ＝２ｋ＋１＋ｊ＝２ｋ＋２＋（ｊ－１）

と表すことができ、両者の値が常に等しくなる。

【００５５】従って、上記の透過波長λ（ｊ，２ｋ＋１）とλ（ｊ－１，２ｋ＋２）とは、いずれの場合でも上記の式（１）、（２）、或いは（３）の何れかの同じ式で表されるので透過波長λ（ｊ，２ｋ＋１）とλ（ｊ－１，２ｋ＋２）との差は、

【数２】

$$\lambda(j, 2k+1)-\lambda(j-1, 2k+2)$$
$$=\Delta\lambda([2k+1]+j-N/2)-\Delta\lambda([2k+2]+[j-1]-N/2)$$
$$=0$$

或いは

※※【数３】

$$\lambda(j, 2k+1)-\lambda(j-1, 2k+2)$$
$$=\Delta\lambda([2k+1]+j+N/2)-\Delta\lambda([2k+2]+[j-1]+N/2)$$
$$=0$$

或いは

★★【数４】

$$\lambda(j, 2k+1)-\lambda(j-1, 2k+2)$$
$$=\Delta\lambda([2k+1]+j-3N/2)-\Delta\lambda([2k+2]+[j-1]-3N/2)$$
$$=0$$

となり、いずれの場合でも同一波長であることがわかる。

【００５６】従って、０＜ｊ＜Ｎを満足する任意の整数ｊに対する入出力ポートＬ－Ｐ．ｊと入出力ポートの場合Ｃ＝｛Ｒ－Ｐ．２ｋ′＋１：ｋ′＝０、１、２、…、Ｎ／２－１｝の要素である入出力ポートとの間の透過波長の場合Ｌ′＝｛λ（ｊ、２ｋ′＋１）：ｋ′＝０、１、２、…、Ｎ／２－１｝と、入出力ポートＬ－Ｐ．ｊ－１と入出力ポートの集合Ｄ＝｛Ｒ－Ｐ．２ｋ″＋２：ｋ″＝０、１、２、…、Ｎ／２－１｝の要素である入出力ポートとの間の透過波長の集合Ｌ″＝｛λ（ｊ－１、２ｋ″＋２）：ｋ″＝０、１、２…、Ｎ／２－１｝と、はｋ′＝ｋ″を満足する要素同士がそれぞれ等しいので、等しい（Ｌ′＝Ｌ″）。

【００５７】さらに、このとき分波側の入出力ポートの集合Ｃ＝｛Ｒ－Ｐ．２ｋ′＋１｝（ｋ′＝０、１、…、Ｎ／２－１）と入出力ポートの集合Ｄ＝｛Ｒ－Ｐ．２ｋ″＋２｝（ｋ″＝０、１、…、Ｎ／２－１）とのポート番号の差が（２ｋ′＋１）－（２ｋ″＋２）＝２（ｋ′－ｋ″）－１と表すことができ、いかなる自然数ｋ′、ｋ″の組み合わせに対しても決して値が０とならないことから入出力ポートの場合ＣとＤとが互いに素で

あり、互いに共通の要素（入出力ポート）を持たないことがわかる。

【0058】従って、0＜j＜Nを満足する任意の整数jに対しての入出力ポートの集合{L−P. j, R−P. 2k'+1 (k'=0, 1, 2, …, N/2−1)}と入出力ポートの集合{L−P. j−1, R−P. 2k''+2 (k''=0, 1, 2, …, N/2−1)}とは互いに素であり、かつ、同一の波長チャンネルの集合に対する波長合分波に関しての集合である。

【0059】また、同様に0＜j＜Nを満足する任意の整数にjに対しての入出力ポートの集合{L−P. j, R−P. 3k'+1 (k'=0, 1, 2, …, N/3−1)}と入出力ポートの集合{L−P. j−1, R−P. 3k''+2 (k''=0, 1, 2, …, N/3−1)}と入出力ポートの集合{L−P. j−2, R−P. 3k'''+3 (k'''=0, 1, 2, …, N/3−1)}とに関して、0≦k＜N/2を満足する任意の整数kに対して、お互いに相補的に入力ポート・出力ポートとなるポート間のポート番号の和が上記の任意の整数k, jを用いてn+m=j+(3k+1)=(j−1)+(3k+2)=(j−2)+(3k+3)と表すことができ、三者の値が常に等しいこと、および上記にあるそれぞれの入出力ポートの集合間の合波側ポートのポート番号の差、

【数5】

$$(3k'+1)-(3k''+2)=3(k'-k'')-1$$
$$(3k'+1)-(3k'''+3)=3(k'-k''')-2$$
$$(3k''+2)-(3k'''+3)=3(k''-k''')-3$$

といかなる自然数k', k'', k'''に対しても決して0とならないことから0＜j＜Nを満足する任意の整数jに対しての入出力ポートの集合{L−P. j, R−P. 3k'+1 (k'=0, 1, 2, …, N/3−1)}と入出力ポートの集合{L−P. j−1, R−P. 3k''+2 (k''=0, 1, 2, …, N/3−1)}と入出力ポートの集合{L−P. j−2, R−P. 3k'''+3 (k'''=0, 1, 2, …, N/3−1)}とは互いに素であり、かつ、同一の波長チャンネルの集合に対する波長合分波に関しての集合である。

【0060】さらにまた、同様に0＜j＜Nを満足する任意の整数jに対しての入出力ポートの集合{L−P. j, R−P. 4k'+1 (k'=0, 1, 2, …, N/4−1)}と入出力ポートの集合{L−P. j−1, R−P. 4k''+2 (k''=0, 1, 2, …, N/4−1)}と入出力ポートの集合{L−P. j−2, R−P. 4k'''+3 (k'''=0, 1, 2, …, N/4−1)}と入出力ポートの集合{L−P. j−3, R−P. 4k''''+(4 (k''''=0, 1, 2, …, N/4−1)}とに関して0≦k＜N/2を満足する任意の整数kに対して、お互いに相補的に入力ポート・出力ポートとなるポート間のポート番号の和が上記の任意の整数k, jを用いてn+m=j+(4k+1)=(j−1)+(4k+2)=(j−2)+(4k+3)=(j−3)+(4k+4)と表すことができ、四者が常に等しいこと、および上記にあるそれぞれの入出力ポートの集合間の合波側ポートのポート番号の差、

【数6】

$$(4k'+1)-(4k''+2)=4(k'-k'')-1$$
$$(4k'+1)-(4k'''+3)=4(k'-k''')-2$$
$$(4k'+1)-(4k''''+4)=4(k'-k'''')-3$$
$$(4k''+2)-(4k'''+3)=4(k''-k''')-1$$
$$(4k''+2)-(4k''''+4)=4(k''-k'''')-2$$
$$(4k'''+3)-(4k''''+4)=4(k'''-k'''')-1$$

といかなる自然数k', k'', k'''に対しても決して0とならないことから0＜j＜Nを満足する任意の整数jに対しての入出力ポートの集合{L−P. j, R−P. 4k'+1 (k'=0, 1, 2, …, N/4−1)}と入出力ポートの集合{L−P. j−1, R−P. 4k''+2 (k''=0, 1, 2, …, N/4−1)}と入出力ポートの集合{L−P. j−2, R−P. 4k'''+3 (k'''=0, 1, 2, …, N/4−1)}と入出力ポートの集合{L−P. j−3, R−P. 4k''''+4 (k''''=0, 1, 2, …, N/4−1)}とは互いに素であり、かつ、同一の波長チャンネルの集合に対する波長合分波に関しての集合である。

【0061】以下、形成する入出力ポートの集合の数N'とNとがN/N'−1≧0を満足する限りにおいて同様のことが言える。

【0062】以上からN×N AWGは、互いに素であり、かつ、同一波長チャンネルの集合に対する波長合分波に関して集合を形成する複数の入出力ポートの集合を持ち本発明の光増幅器に必要となる光波長合分波回路に要求される特性を満足することがわかる。

【0063】以上のようにして、AWGが本発明に係る光増幅器を構成する光波長合分波回路に要求される特性を満足することが証明される。

【0064】次に、図2に示す光クロスコネクト用スイッチ回路S1−jが満たすべき動作を全て満足するスイ

ッチ構成であることを示すとともに、また図３に示す光クロスコネクト用スイッチＳＰ−ｊが満たすべき動作を全て満足するスイッチ構成であることを示す。

【００６５】図２に示す光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１−ｊは、１つの２入力２出力クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ−ｉ（ｉ＝１）、および４つの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ−ｉ（ｉ＝１，２，３，４）から構成されている。

【００６６】また、図３に示す光クロスコネクト用スイッチＳＰ−ｊは、４つの２入力２出力クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ−ｉ（ｉ＝１，２，３，４），および４つの２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ−ｉ（ｉ＝１，２，３，４）から構成されている。

【００６７】ここで、構成要素である２入力２出力クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ−ｉの２つの光入出力ポートＣＳ−ｉ−Ｉ−１，　ＣＳ−ｉ−Ｉ−２と２の光入出力ポートＣＳ−ｉ−Ｏ−１，ＣＳ−ｉ−Ｏ−２間の透過・遮断スイッチ動作は，一般的にクロス・バースイ＊＊ッチ動作と言われるものであり、表２（ａ）に示すような２つの動作状態を任意に切り替える動作（本実施形態ではＣＳ−ｊに関しての０−状態，１−状態）が可能であって、かつ２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ−ｉの一方の２つの光入出力ポートＳＳ−ｉ−Ｉ／Ｏ−Ｌ−１，ＳＳ−ｉ−Ｉ／Ｏ−Ｌ−２と他方の光入出力ポートＳＳ−ｉ−Ｉ／Ｏ−Ｒ−１間の透過・遮断スイッチ動作は、例えば上記２入力２出力クロス・バー動作光スイッチ回路の光出力ポートＣＳ−ｉ−Ｏ−２を問題とせずに残りの光入出力ポートＣＳ−ｉ−Ｉ−１，ＣＳ−ｉ−Ｉ−２，ＣＳ−ｉ−Ｏ−１のみに注目した透過・遮断スイッチ動作と一致し，表２（ｂ）に示すような２つの動作状態を任意に切り替える動作（本実施形態ではＳＳ−ｊに関しての０−状態、１−状態）が可能なものである。

【００６８】

【表２】

【表2(a)】

スイッチ動作	入出力ポート間の透過/遮断状態	スイッチ動作表記
バー	CS-i-I-1<—>CS-i-O-1 AND CS-i-I-2<—>CS-i-O-2 AND CS-i-I-1<-/->CS-i-O-2 AND CS-i-I-2<-/->CS-i-O-1	0
クロス	CS-i-I-1<—>CS-i-O-2 AND CS-i-I-2<—>CS-i-O-1 AND CS-i-I-1<-/->CS-i-O-1 AND CS-i-I-2<-/->CS-i-O-2	1

<—>透過、<-/->遮断

【表３】

【表2(b)】

スイッチ動作	入出力ポート間の透過/遮断状態	スイッチ動作表記
−	SS-i-I/O-L-1<—>SS-i-I/O-R-1 AND SS-i-I/O-L-2<-/->SS-i-I/O-R-1	0
−	SS-i-I/O-L-2<—>SS-i-I/O-R-1 AND SS-i-I/O-L-1<-/->SS-i-I/O-R-1	1

<—>透過、<-/->遮断

このようなクロス・バー型の透過・遮断スイッチ動作を実現する光スイッチ回路としては、マッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路（IEICE、Trans.Electron.、E76-C、p.1215、1993 参照）、ダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路（Electron Letter 32.、p.1471、1996 参照）、マッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路、ダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路、半導体光増幅器（SOA）型２×２光スイッチ回路（小松啓郎、OPTRONICS No. 12, pp.139-144, 1997 参照）などがある。

【００６９】２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ−ｉの動作は、上記クロス・バー型透過・遮断スイッチ動作を実現する光スイッチ回路の任意の１つの入出力ポートを使用しないか、スイッチ動作に影響を与えない範囲で回路を簡素化することにより実現される。

【００７０】上述した２入力２出力クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ−１と２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ−ｉ（ｉ＝１，２，３，４）によって図

２に示すような光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊを構成し、各構成要素である光スイッチ回路の動作状態を表３（ａ）に示すような組合せとなるように同調させながら動作させることにより光クロスコネクト用スイ＊ッチ回路Ｓ１－ｊにより光入力ポート、光出力ポート間の透過、遮断スイッチ動作を実現させることができる。

【００７１】

【表４】

【表3(a)】

No.	各要素のスイッチ動作状態 (CS-1, SS-1, SS-2, SS-3, SS-4)	光クロスコネクト用スイッチ回路のスイッチ動作状態
1	(0, 0, 1, 0, 1)	S-j-I-1,S-j-O-2間、S-j-I-3,S-j-O-4間が透過 且つ S-j-I-1,S-j-O-2間、S-j-I-3,S-j-O-4間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
2	(0, 0, 0, 0, 0)	S-j-I-1,S-j-O-2間、S-j-I-4,S-j-O-3間が透過 且つ S-j-I-1,S-j-O-2間、S-j-I-4,S-j-O-3間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
3	(1, 0, 1, 0, 1)	S-j-I-1,S-j-O-4間、S-j-I-3,S-j-O-2間が透過 且つ S-j-I-1,S-j-O-4間、S-j-I-3,S-j-O-2間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
4	(1, 0, 0, 0, 0)	S-j-I-1,S-j-O-3間、S-j-I-4,S-j-O-2間が透過 且つ S-j-I-1,S-j-O-3間、S-j-I-4,S-j-O-2間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
5	(0, 1, 1, 1, 1)	S-j-I-2,S-j-O-1間、S-j-I-3,S-j-O-4間が透過 且つ S-j-I-2,S-j-O-1間、S-j-I-3,S-j-O-4間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
6	(0, 1, 0, 1, 0)	S-j-I-2,S-j-O-1間、S-j-I-4,S-j-O-3間が透過 且つ S-j-I-2,S-j-O-1間、S-j-I-4,S-j-O-3間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
7	(1, 1, 1, 1, 1)	S-j-I-2,S-j-O-4間、S-j-I-3,S-j-O-1間が透過 且つ S-j-I-2,S-j-O-4間、S-j-I-3,S-j-O-1間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
8	(1, 1, 0, 1, 0)	S-j-I-2,S-j-O-3間、S-j-I-4,S-j-O-1間が透過 且つ S-j-I-2,S-j-O-3間、S-j-I-4,S-j-O-1間 を除く全ての入出力ポート間が遮断

すなわち、光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊは、次のような動作を実現する。

【００７２】第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポート

と第３の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか，または第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で信号光を透過させ，かつ第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するかを光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊは任意に選択することができる。

【００７３】また、２入力２出力クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）と２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）によって図３に示すような光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊを構成し、各構成要素である光スイッチ回路の動作状態を表３（ｂ）に示すような組合せとなように同調させながら動作させることにより光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊにより光入力ポート，光出力ポート間の透過，遮断スイッチ動作を実現させることができる。

【００７４】

【表５】

【表3(b)】

No.	各要素のスイッチ動作状態 (CS-1, CS-2, CS-3, CS-4, SS-1, SS-2, SS-3, SS-4)	光クロスコネクト用スイッチ回路のスイッチ動作状態
1	(1, 1, 0, 0,　1, 0, 0, 1) (0, 0, 1, 1,　0, 1, 1, 0)	S-j-I-1, S-j-O-2間、S-j-I-3, S-j-O-4間が透過 且つ S-j-I-1, S-j-O-2間、S-j-I-3, S-j-O-4間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
2	(1, 0, 0, 1,　1, 0, 0, 1) (0, 1, 1, 0,　0, 1, 1, 0)	S-j-I-1, S-j-O-2間、S-j-I-4, S-j-O-3間が透過 且つ S-j-I-1, S-j-O-2間、S-j-I-4, S-j-O-3間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
3	(1, 1, 1, 1,　1, 0, 1, 0) (0, 0, 0, 0,　0, 1, 0, 1)	S-j-I-1, S-j-O-4間、S-j-I-3, S-j-O-2間が透過 且つ S-j-I-1, S-j-O-4間、S-j-I-3, S-j-O-2間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
4	(1, 0, 1, 0,　1, 0, 1, 0) (0, 1, 0, 1,　0, 1, 0, 1)	S-j-I-1, S-j-O-3間、S-j-I-4, S-j-O-2間が透過 且つ S-j-I-1, S-j-O-3間、S-j-I-4, S-j-O-2間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
5	(0, 1, 1, 0,　1, 0, 0, 1) (1, 0, 0, 1,　0, 1, 1, 0)	S-j-I-2, S-j-O-1間、S-j-I-3, S-j-O-4間が透過 且つ S-j-I-2, S-j-O-1間、S-j-I-3, S-j-O-4間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
6	(0, 0, 1, 1,　1, 0, 0, 1) (1, 1, 0, 0,　0, 1, 1, 0)	S-j-I-2, S-j-O-1間、S-j-I-4, S-j-O-3間が透過 且つ S-j-I-2, S-j-O-1間、S-j-I-4, S-j-O-3間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
7	(0, 1, 0, 1,　1, 0, 1, 0) (1, 0, 1, 0,　0, 1, 0, 1)	S-j-I-2, S-j-O-4間、S-j-I-3, S-j-O-1間が透過 且つ S-j-I-2, S-j-O-4間、S-j-I-3, S-j-O-1間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
8	(0, 0, 0, 0,　1, 0, 1, 0) (1, 1, 1, 1,　0, 1, 0, 1)	S-j-I-2, S-j-O-3間、S-j-I-4, S-j-O-1間が透過 且つ S-j-I-2, S-j-O-3間、S-j-I-4, S-j-O-1間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
9	(1, N, N, 0,　1, 1, 1, 1) (0, N, N, 1,　1, 1, 1, 1)	S-j-I-1, S-j-O-3間、S-j-I-2, S-j-O-4間が透過 且つ S-j-I-1, S-j-O-3間、S-j-I-2, S-j-O-4間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
10	(1, N, N, 1,　1, 1, 1, 1) (0, N, N, 0,　1, 1, 1, 1)	S-j-I-1, S-j-O-4間、S-j-I-2, S-j-O-3間が透過 且つ S-j-I-1, S-j-O-4間、S-j-I-2, S-j-O-3間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
11	(N, 1, 0, N,　0, 0, 0, 0) (N, 0, 1, N,　0, 0, 0, 0)	S-j-I-3, S-j-O-1間、S-j-I-4, S-j-O-2間が透過 且つ S-j-I-3, S-j-O-1間、S-j-I-4, S-j-O-2間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
12	(N, 1, 1, N,　0, 0, 0, 0) (N, 0, 0, N,　0, 0, 0, 0)	S-j-I-3, S-j-O-2間、S-j-I-4, S-j-O-1間が透過 且つ S-j-I-3, S-j-O-2間、S-j-I-4, S-j-O-1間 を除く全ての入出力ポート間が遮断

注．表記"N"は、0でも1でもどちらでも可

すなわち、光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊは、次のような動作を実現することができる。

【００７５】第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全

ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するか、または第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で信号光を透過させ、かつ第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間を除く全ての光入力ポートと光出力ポートとの間で信号光を遮断するかを光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊは任意に選択することができる。

【００７６】更に、光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊは、図２からも分かるように、構成要素である２入力２出力クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－ｉ、２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）、および外部入出力ポートの間を結ぶ光導波路が交差することなく同一平面上に配置作成することができる。

【００７７】また、光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊは、図３から分かるように、構成要素である２入力２出力クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－ｉ、２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路ＳＳ－ｉ、および外部入出力ポートの間を結ぶ光導波路が２箇所のみ交差し、その他に交差する部分がないように同一平面上に配置、作成することが可能である。

【００７８】１つの平面基板上に本発明における光クロスコネクト用スイッチ回路を作成する場合、光導波路の交差部は、それぞれの光導波路間のクロストーク、および交差する構造にすることによる損失の増加を抑えて作成することが可能であるが、クロストークを完全に零とすること、および交差する構造にすることによる損失の増加を完全に零にすることは現実の作成上困難であるため、本発明の光クロスコネクト用スイッチ回路の配置構成は、１つの平面基板上に回路を集積して作成する場合、光導波路の交差構造に起因するクロストークおよび損失を完全に零にすることができるか、または高々２箇所の交差部分を有し、その他に交差する部分がない平面回路となるため、損失およびクロストークに関する特性の優れた平面型光回路を作成することができて有利である。

【００７９】また更に、光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ1-ｊの構成要素である２入力２出力クロス・バー動作光スイッチ回路ＣＳ－ｉは、特に２つの信号光ストリームのクロスコネクトを制御するスイッチであり、このスイッチを特にマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路、ダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路、半導体光増幅器（ＳＯＡ）型２×２光スイッチ回路のような高速な光スイッチングが実現可能な光スイッチ回路とすることにより、切り替え速度がｎｓｅｃオーダからｓｕｂ－ｎｓｅｃオーダの信号光パケット単位での高速な切り替えが実現できる。このとき、マッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路、ダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＬＮスイッチ回路は挿入損失が比較的大きく、半導体光増幅器（ＳＯＡ）型２×２光スイッチ回路はＳＯＡのＮＦにより信号光を僅かながら劣化してしまうので、マッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路またはダブル

ゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光TOスイッチ回路を用いることにより、光クロスコネクト用スイッチ回路S1-jの挿入損失、透過し信号光の劣化を抑えることができる。

【0080】次に、図4および図5を参照して、本発明の実施形態に係わる光パス・アレンジ用光回路および該光パス・アレンジ用光回路に使用されている光回路部CORE（光制御手段）の詳細について説明する。

【0081】図5に示す光回路部COREの例では、光波長合分波回路として、同一波長チャンネルの集合LO＝{λ4K＋q＋1}に対する波長合分波に関しての集合を形成し、互いに素である4つの光入出力ポートの集合

【数7】PG－1＝A－3＝{L－P. q,　R－P. 4K＋q＋1},
PG－2＝A－1＝{L－P. q－1,　R－P. 4K＋q＋2},
PG－3＝A－4＝{L－P. q＋1,　R－P. 4K＋q},
PG－4＝A－2＝{L－P. q－2,　R－P. 4K＋q＋3},

を有するN×N　AWG　WM－1と、前記波長チャン＊ネルの集合LOに対する波長合分波に関しての集合を形成し、互いに素である4つの光入出力ポートの集合

【数8】PG－5＝A－7＝{L－P. q,　R－P. 4K＋q＋1},
PG－6＝A－5＝{L－P. q－1,　R－P. 4K＋q＋2},
PG－7＝A－8＝{L－P. q＋1,　R－P. 4K＋q},
PG－8＝A－6＝{L－P. q－2,　R－P. 4K＋q＋3},

を有するN×N　AWG　WM－2とからなる計2つのN×N　AWGを用いて構成されている。

【0082】なお、透過波長チャンネルに対しての光入出力ポートの対応表として次に示す表4a、表4（b）、表4（c）、表4（d）、表4（e）を参照されたい。表4（a）はq－4m＜2の場合であり、表4（b）は1≦q－4m＜3の場合であり、表4（c）はq－4m＝3の場合であり、表4（d）はq－4m＝0、N＝2qで完全周回特性を有する場合であり、表4eはN＝32の場合の具体例である。

【0083】

【表6】

【表4(a)】

q−4m＜1の場合

	L-P. q+1	L-P. q	L-P. q-1	L-P. q-2	
λq-4m+5	R-P. q-4m+4	R-P. q-4m+5	R-P. q-4m+6	R-P. q-4m+7	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
λq-3	R-P. q-4	R-P. q-3	R-P. q-2	R-P. q-1	
λq+1	R-P. q	R-P. q+1	R-P. q+2	R-P. q+3	
λq+5	R-P. q+4	R-P. q+5	R-P. q+6	R-P. q+7	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
λq+4m-3	R-P. q+6m-4	R-P. q+4m-3	R-P. q+4m-2	R-P. q+4m-1	

【表7】

【表4(b)】

1≦q−4m＜3の場合

	L-P. q+1	L-P. q	L-P. q-1	L-P. q-2	
λq-4m+1	R-P. q-4m	R-P. q-4m+1	R-P. q-4m+2	R-P. q-4m+3	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
λq-3	R-P. q-4	R-P. q-3	R-P. q-2	R-P. q-1	
λq+1	R-P. q	R-P. q+1	R-P. q+2	R-P. q+3	
λq+5	R-P. q+4	R-P. q+5	R-P. q+6	R-P. q+7	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
λq+4m-3	R-P. q+4m-4	R-P. q+4m-3	R-P. q+4m-2	R-P. q+4m-1	

【表8】

【表4(c)】

q−4m=3の場合

	L-P. q+1	L-P. q	L-P. q−1	L-P. q−2	
λq−4m+1	R-P. q−4m	R-P. q−4m+1	R-P. q−4m+2	R-P. q−4m+3	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
λq−3	R-P. q−4	R-P. q−3	R-P. q−2	R-P. q−1	
λq+1	R-P. q	R-P. q+1	R-P. q+2	R-P. q+3	
λq+5	R-P. q+4	R-P. q+5	R-P. q+6	R-P. q+7	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
λq+4m−3	R-P. q+4m−4	R-P. q+4m−3	R-P. q+4m−2	R-P. q+4m−1	
λq+4m+1	R-P. q+4m	R-P. q+4m+1	R-P. q+4m+2	R-P. q+4m+3	

【表９】

【表4(d)】

N=2q且つq−4m=0且つ完全周回特性を持つ場合

	L-P q+1	L-P. q	L-P. q−1	L-P. q−2	
λq−4m+1	R-P. q+4m	R-P. q−4m+1	R-P. q−4m+2	R-P. q−4m+3	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
λq−3	R-P. q−4	R-P. q−3	R-P. q−2	R-P. q−1	
λq+1	R-P. q	R-P. q+1	R-P. q+2	R-P. q+3	
λq+5	R-P. q+4	R-P. q+5	R-P. q+6	R-P. q+7	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
λq+4m−3	R-P. q+4m−4	R-P. q+4m−3	R-P. q+4m−2	R-P. q+4m−1	

【表１０】

【表4(e)】

32×32 AWG，q−4m=0，で完全周回特性を持つ場合の具体例

	L-P. 17	L-P. 16	L-P. 15	L-P. 14	
λ1	R-P. 32	R-P. 1	R-P. 2	R-P. 3	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
λ14	R-P. 12	R-P. 13	R-P. 14	R-P. 15	
λ17	R-P. 16	R-P. 17	R-P. 18	R-P. 19	
λ21	R-P. 20	R-P. 21	R-P. 22	R-P. 23	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
λ29	R-P. 28	R-P. 29	R-P. 30	R-P. 31	

但し，ここで，ｍ＝ｉｎｔ（ｑ／４），　ｑ＝ｉｎｔ（Ｎ／２）であり，ｑ－４ｍ＜１のとき，ｋ＝－ｍ＋１，…，－１，０，…，ｍ－１であり，１≦ｑ－４ｍ＜３のとき，またはｑ－６ｍ＝０，Ｎ＝２ｑかつ完全周回特性を有するとき，ｋ＝－ｍ，－ｍ＋１，…，－１，０，１，…，ｍ－１であり，ｑ－６ｍ＝３のとき，ｋ＝－ｍ，－ｍ＋１，…，－１，０，１，…，ｍ－１，ｍである。

【００８４】更に，光入出力ポートＡ－Ｉ／Ｏ－１，Ａ－Ｉ／Ｏ－２，Ａ－Ｉ／Ｏ－３，およびＡ－Ｉ／Ｏ－４と光合分波回路Ｎ×Ｎ　ＡＷＧ　ＷＭ－１の合波側の光入出力ポートＬ－Ｐ．ｑ，Ｌ－Ｐ．ｑ　＋１，Ｌ－Ｐ．ｑ－１，およびＬ－Ｐ．ｑ－２とはそれぞれ同一の光入出力ポートを表し，かつ光入出力ポートＡ－Ｉ／Ｏ－ｄ－１－ｉ，Ａ－Ｉ／Ｏ－ｄ－２－ｉ，Ａ－Ｉ／Ｏ－ｄ－３－ｉ，およびＡ－Ｉ／Ｏ－ｄ－４－ｉと光合分波回路Ｎ×Ｎ　ＡＷＧ　ＷＭ－１の分波側の光入出力ポートＲ－Ｐ．ｉ＋１，Ｒ－Ｐ．ｉ，Ｒ－Ｐ．ｉ＋２，およびＲ－Ｐ．ｉ＋３とはそれぞれ同一の光入出力ポートを表し，かつ光入出力ポートＡ－Ｉ／Ｏ－５，Ａ－Ｉ／Ｏ－６，Ａ－Ｉ／Ｏ－７，およびＡ－Ｉ／Ｏ－８と光合分波回路Ｎ×ＮＡＷＧ　ＷＭ－２の合波側の光入出力ポートＲ－Ｐ．ｑ，Ｒ－Ｐ．ｑ　＋１，Ｒ－Ｐ．ｑ　－１，およびＲ－Ｐ．ｑ－２とはそれぞれ同一の光入出力ポートを表し，かつ光入出力ポートＡ－Ｉ／Ｏ－ｄ－５－ｉ，Ａ－Ｉ／Ｏ－ｄ－６－ｉ，Ａ－Ｉ／Ｏ－ｄ－７－ｉ，およびＡ－Ｉ／Ｏ－ｄ－８－ｉと光合分波回路Ｎ×ＮＡＷＧ　ＷＭ－２の分波側の光入出力ポートＬ－Ｐ．ｉ＋１，Ｌ－Ｐ．ｉ，Ｌ－Ｐ．ｉ＋２，およびＬ－Ｐ．ｉ＋３とはそれぞれ同一の光入出力ポートを表すものとす

る。

【００８５】上述したように光入出力ポートの組合せを選択することにより、表４ａ、ｂ、ｃ、ｄおよび図５から分かるように、光入出力ポートの集合ＰＧ－ｎ（ｎ＝１，２，３，４）の同じ波長チャンネルに対応する分波側の入出力ポート、ならびに光入出力ポートの集合ＰＧ－ｎ（ｎ＝５，６，７，８）の同じ波長チャンネルに対応する分波側の入出力ポートは配置上その他の光入力ポートを中に入り込ませずに一団を形成させることが可能となる。

【００８６】従って、Ｎ×Ｎ　ＡＷＧ　ＷＭ－１のＬ０に対する波長合分波に関する入出力ポートの集合ＰＧ－ｎ（ｎ＝１，２，３，４）の同じ波長チャンネルに対応する分波側の光入出力ポートＲ－Ｐ．６ｋ＋ｑ＋１，Ｒ－Ｐ．６ｋ＋ｑ，Ｒ－Ｐ．６ｋ＋ｑ＋２，及びＲ－Ｐ．６ｋ＋ｑ＋３と、各波長チャンネルにそれぞれ対応して個別に配置され，かつ波長チャンネル毎にそれらの何れかが配置されるところの光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ，ＳＰ－ｊ，（ｊ＝４ｋ＋ｑ＋１）および光回路Ｓ３－ｊの光入力ポートＳ－ｊ－Ｉ－１，Ｓ－ｊ－Ｉ－２，Ｓ－ｊ－Ｉ－３，及びＳ－ｊ－Ｉ－４とをそれぞれ光導波路で結び、かつ，Ｎ×Ｎ　ＡＷＧ　ＷＭ－２のＬ０に対する波長合分波に関する入出力ポートの集合Ｐ－ｎ（ｎ＝７，８，…，１２）の同じ波長チャンネルに対応する分波側の光入出力ポートＬ－Ｐ．６ｋ＋ｑ＋１，Ｌ－Ｐ．６ｋ＋ｑ，Ｌ－Ｐ．６ｋ＋ｑ＋２，及びＬ－Ｐ．６ｋ＋ｑ＋３と、各波長チャンネルにそれぞれ対応して個別に配置され、かつ波長チャンネル毎にそれらの何れかが配置されるところの光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ，ＳＰ－ｊ，（ｊ＝４ｋ＋ｑ＋１）および光回路Ｓ３－ｊの光出力ポートＳ－ｊ－Ｏ－１，Ｓ－ｊ－Ｏ－２，Ｓ－ｊ－Ｏ－３，及びＳ－ｊ－Ｏ－４とをそれぞれ光導波路で結ぶ回路配置にすることにより光合分波回路Ｎ×Ｎ　ＡＷＧ　ＷＭ－１，ＷＭ－２，と各波長チャンネルにそれぞれ対応して個別に配置され、かつ波長チャンネル毎にそれらの何れかが配置されるところの各クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ，ＳＰ－ｊ，（ｊ＝４ｋ＋ｑ＋１）および光回路Ｓ３－ｊの入出力ポート間を結ぶ光導波路を全て交差させることなく、これらの光回路を同一平面上に配置・作成する事が可能である。

【００８７】光導波路の交差部は、それぞれの光導波路間のクロストーク、および交差する構造にすることによる損失の増加を抑え作成する事が可能であるが，クロストークを完全に零とすること、および交差する構造にすることによる損失の増加を完全に零にすることは現実の作成上困難であるため、本発明の、光合分波回路Ｎ×Ｎ　ＡＷＧ　ＷＭ－１，ＷＭ－２と各波長チャンネルにそれぞれ対応して個別に配置され、かつ波長チャンネル毎にそれらの何れかが配置されるところの光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ，ＳＰ－ｊ，（ｊ＝４ｋ＋ｑ＋１）および光回路Ｓ３－ｊとの入出力ポート間を結ぶ光導波路の配置構成は、一つの平面基板上に回路を集積化して作成する場合、及び光合分波回路Ｎ×Ｎ　ＡＷＧ　ＷＭ－１，ＷＭ－２と光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ，或いは，ＳＰ－ｊをそれぞれ個別に平面基板光回路として作成し、それぞれの光入出力ポートを付き合わせ接続する事により全体の回路を構成する場合（Ｉ．Ｏｇａｗａ　ｅｔ．ａｌ，ＯＦＣ'９８ＰＤ４－１），光導波路の交差構造に起因するクロストーク及び損失を完全に零にすることが出来、有利である。

【００８８】さらに、光回路部ＣＯＲＥの光入出力ポート間におけるそれぞれの波長チャンネルでの透過・遮断特性と、それぞれの波長チャンネルに対応して配置された光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ，ＳＰ－ｊ，（ｊ＝４ｋ＋ｑ＋１）のスイッチ状態との間にはそれぞれ表５（ａ）及び表５（ｂ）に示すような対応関係が成立する。

【００８９】

【表１１】

【表5(a)】

No.	光クロスコネクト用スイッチ回路のスイッチ動作状態	光回路部COREの光入出力ポート間での信号光の透過・遮断特性
1	S-j-I-1, S-j-O-2間、S-j-I-3, S-j-O-4間が透過 且つ S-j-I-1, S-j-O-2間、S-j-I-3, S-j-O-4間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-3, A-I/O-8間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-3, A-I/O-8間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
2	S-j-I-1, S-j-O-2間、S-j-I-4, S-j-O-3間が透過 且つ S-j-I-1, S-j-O-2間、S-j-I-4, S-j-O-3間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-4, A-I/O-7間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-4, A-I/O-7間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
3	S-j-I-1, S-j-O-4間、S-j-I-3, S-j-O-2間が透過 且つ S-j-I-1, S-j-O-4間、S-j-I-3, S-j-O-2間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-3, A-I/O-8間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-3, A-I/O-8間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
4	S-j-I-1, S-j-O-3間、S-j-I-4, S-j-O-2間が透過 且つ S-j-I-1, S-j-O-3間、S-j-I-4, S-j-O-2間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-1, A-I/O-7間、A-I/O-4, A-I/O-6間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-7間、A-I/O-4, A-I/O-6間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
5	S-j-I-2, S-j-O-1間、S-j-I-3, S-j-O-4間が透過 且つ S-j-I-2, S-j-O-1間、S-j-I-3, S-j-O-4間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-2, A-I/O-5間、A-I/O-3, A-I/O-8間が透過 且つ A-I/O-2, A-I/O-5間、A-I/O-3, A-I/O-8間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
6	S-j-I-2, S-j-O-1間、S-j-I-4, S-j-O-3間が透過 且つ S-j-I-2, S-j-O-1間、S-j-I-4, S-j-O-3間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-2, A-I/O-5間、A-I/O-4, A-I/O-7間が透過 且つ A-I/O-2, A-I/O-5間、A-I/O-4, A-I/O-7間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
7	S-j-I-2, S-j-O-4間、S-j-I-3, S-j-O-1間が透過 且つ S-j-I-2, S-j-O-4間、S-j-I-3, S-j-O-1間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-2, A-I/O-8間、A-I/O-3, A-I/O-5間が透過 且つ A-I/O-2, A-I/O-8間、A-I/O-3, A-I/O-5間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
8	S-j-I-2, S-j-O-3間、S-j-I-4, S-j-O-1間が透過 且つ S-j-I-2, S-j-O-3間、S-j-I-4, S-j-O-1間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-2, A-I/O-7間、A-I/O-4, A-I/O-5間が透過 且つ A-I/O-2, A-I/O-7間、A-I/O-4, A-I/O-5間 を除く全ての入出力ポート間が遮断

【表１２】

【表5(b)】

No.	光クロスコネクト用スイッチ回路のスイッチ動作状態	光回路部COREの光入出力ポート間での信号光の透過・遮断特性
1	S-j-1-1, S-j-0-2間、S-j-1-3, S-j-0-4間が透過 且つ S-j-1-1, S-j-0-2間、S-j-1-3, S-j-0-4間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-3, A-I/O-8間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-3, A-I/O-8間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
2	S-j-1-1, S-j-0-2間、S-j-1-4, S-j-0-3間が透過 且つ S-j-1-1, S-j-0-2間、S-j-1-4, S-j-0-3間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-4, A-I/O-7間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-4, A-I/O-7間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
3	S-j-1-1, S-j-0-4間、S-j-1-3, S-j-0-2間が透過 且つ S-j-1-1, S-j-0-4間、S-j-1-3, S-j-0-2間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-1, A-I/O-8間、A-I/O-3, A-I/O-6間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-8間、A-I/O-3, A-I/O-6間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
4	S-j-1-1, S-j-0-3間、S-j-1-4, S-j-0-2間が透過 且つ S-j-1-1, S-j-0-3間、S-j-1-4, S-j-0-2間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-1, A-I/O-7間、A-I/O-4, A-I/O-6間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-7間、A-I/O-4, A-I/O-6間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
5	S-j-1-2, S-j-0-1間、S-j-1-3, S-j-0-4間が透過 且つ S-j-1-2, S-j-0-1間、S-j-1-3, S-j-0-4間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-2, A-I/O-5間、A-I/O-3, A-I/O-8間が透過 且つ A-I/O-2, A-I/O-5間、A-I/O-3, A-I/O-8間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
6	S-j-1-2, S-j-0-1間、S-j-1-4, S-j-0-3間が透過 且つ S-j-1-2, S-j-0-1間、S-j-1-4, S-j-0-3間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-2, A-I/O-5間、A-I/O-4, A-I/O-7間が透過 且つ A-I/O-2, A-I/O-5間、A-I/O-4, A-I/O-7間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
7	S-j-1-2, S-j-0-4間、S-j-1-3, S-j-0-1間が透過 且つ S-j-1-2, S-j-0-4間、S-j-1-3, S-j-0-1間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-2, A-I/O-8間、A-I/O-3, A-I/O-5間が透過 且つ A-I/O-2, A-I/O-8間、A-I/O-3, A-I/O-5間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
8	S-j-1-2, S-j-0-3間、S-j-1-4, S-j-0-1間が透過 且つ S-j-1-2, S-j-0-3間、S-j-1-4, S-j-0-1間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-2, A-I/O-7間、A-I/O-4, A-I/O-5間が透過 且つ A-I/O-2, A-I/O-7間、A-I/O-4, A-I/O-5間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
9	S-j-1-1, S-j-0-3間、S-j-1-2, S-j-0-4間が透過 且つ S-j-1-1, S-j-0-3間、S-j-1-2, S-j-0-4間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-1, A-I/O-7間、A-I/O-2, A-I/O-8間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-7間、A-I/O-2, A-I/O-8間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
10	S-j-1-1, S-j-0-4間、S-j-1-2, S-j-0-3間が透過 且つ S-j-1-1, S-j-0-4間、S-j-1-2, S-j-0-3間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-1, A-I/O-8間、A-I/O-2, A-I/O-7間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-8間、A-I/O-2, A-I/O-7間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
11	S-j-1-3, S-j-0-1間、S-j-1-4, S-j-0-2間が透過 且つ S-j-1-3, S-j-0-1間、S-j-1-4, S-j-0-2間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-3, A-I/O-5間、A-I/O-4, A-I/O-6間が透過 且つ A-I/O-3, A-I/O-5間、A-I/O-4, A-I/O-6間 を除く全ての入出力ポート間が遮断
12	S-j-1-3, S-j-0-2間、S-j-1-4, S-j-0-1間が透過 且つ S-j-1-3, S-j-0-2間、S-j-1-4, S-j-0-1間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	A-I/O-3, A-I/O-6間、A-I/O-4, A-I/O-5間が透過 且つ A-I/O-3, A-I/O-6間、A-I/O-4, A-I/O-5間 を除く全ての入出力ポート間が遮断

さらに、本発明の光パス・アレンジ用光回路の光入出力ポートI／O－ｎ（ｎ＝１，２，３，４）と、光サーキュレータＣＬ－ｎ（ｎ＝１，２，３，４）の光入出力ポートＣＬ－Ｉ／Ｏ－ｎ（ｎ＝１，２，３，４）とを光導波路でそれぞれ結び、かつ光サーキュレータＣＬ－ｎ（ｎ＝１，２，３，４）の光出力ポートＣＬ－Ｏ－ｎ（ｎ＝１，２，３，４）と，光回路部ＣＯＲＥの光入力ポートＡ－Ｉ／Ｏ－ｎ（ｎ＝１，２，３，４）との間に，光出力ポートＣＬ－Ｏ－ｎから光出力ポートＡ－Ｉ／Ｏ－ｎへ伝搬する方向に光増幅される向きに従来型の片方向光増幅器ＡＭＰ－ｎ（ｎ＝１，２，３，４）がそれぞれ接続され，かつ光回路部ＣＯＲＥの光出力ポートＡ－Ｉ／Ｏ－ｎ（ｎ＝５，６，７，８）と，光サーキュレータＣＬ－ｎ（ｎ＝１，２，３，４）の光入力ポートＣＬ－Ｉ－ｎ（ｎ＝１，２，３，４）とを光導波路でそれぞれ結ぶことにより，光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ，及びＳＰ－ｊ（ｊ＝４ｋ＋ｑ＋１）をそれぞれ用いた場合の光回路部ＣＯＲＥの光入出力ポート間における各波長チャンネルでの透過・遮断特性と，本発明の光パス・アレンジ用光回路のそれぞれ対応する波長

チャンネルにおける外部入出力ポートＩ／Ｏ－ｎ（ｎ＝１，２，３，４）間の信号光の光伝搬増幅状態との間にはそれぞれ表６ａ．及び表６ｂ．に示す対応関係が成立する。

【表１３】

【表6(a)】

No.	光回路部COREの光入出力ポート間での信号光の透過・遮断特性	光パス・アレンジ用光回路の光伝搬増幅状態
1	A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-3, A-I/O-8間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-3, A-I/O-8間 を除く全ての入出力ポート間が遮蔽	I/O-1 ⇒ I/O-2、I/O-3 ⇒ I/O-4
2	A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-4, A-I/O-7間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-4, A-I/O-7間 を除く全ての入出力ポート間が遮蔽	I/O-1 ⇒ I/O-2、I/O-4 ⇒ I/O-3
3	A-I/O-1, A-I/O-8間、A-I/O-3, A-I/O-6間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-8間、A-I/O-3, A-I/O-6間 を除く全ての入出力ポート間が遮蔽	I/O-1 ⇒ I/O-4、I/O-3 ⇒ I/O-2
4	A-I/O-1, A-I/O-7間、A-I/O-4, A-I/O-6間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-7間、A-I/O-4, A-I/O-6間 を除く全ての入出力ポート間が遮蔽	I/O-1 ⇒ I/O-3、I/O-4 ⇒ I/O-2
5	A-I/O-2, A-I/O-5間、A-I/O-3, A-I/O-8間が透過 且つ A-I/O-2, A-I/O-5間、A-I/O-3, A-I/O-8間 を除く全ての入出力ポート間が遮蔽	I/O-2 ⇒ I/O-1、I/O-3 ⇒ I/O-4
6	A-I/O-2, A-I/O-5間、A-I/O-4, A-I/O-7間が透過 且つ A-I/O-2, A-I/O-5間、A-I/O-4, A-I/O-7間 を除く全ての入出力ポート間が遮蔽	I/O-2 ⇒ I/O-1、I/O-4 ⇒ I/O-3
7	A-I/O-2, A-I/O-8間、A-I/O-3, A-I/O-5間が透過 且つ A-I/O-2, A-I/O-8間、A-I/O-3, A-I/O-5間 を除く全ての入出力ポート間が遮蔽	I/O-2 ⇒ I/O-4、I/O-3 ⇒ I/O-1
8	A-I/O-2, A-I/O-7間、A-I/O-4, A-I/O-5間が透過 且つ A-I/O-2, A-I/O-7間、A-I/O-4, A-I/O-5間 を除く全ての入出力ポート間が遮蔽	I/O-2 ⇒ I/O-3、I/O-4 ⇒ I/O-1

【表１４】

【表６(b)】

No.	光回路部COREの光入出力ポート間での信号光の透過・遮断特性	光パス・アレンジ用光回路の光伝搬増幅状態
1	A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-3, A-I/O-8間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-3, A-I/O-8間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	I/O-1 ⇒ I/O-2、I/O-3 ⇒ I/O-4
2	A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-4, A-I/O-7間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-6間、A-I/O-4, A-I/O-7間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	I/O-1 ⇒ I/O-2、I/O-4 ⇒ I/O-3
3	A-I/O-1, A-I/O-8間、A-I/O-3, A-I/O-6間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-8間、A-I/O-3, A-I/O-6間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	I/O-1 ⇒ I/O-4、I/O-3 ⇒ I/O-2
4	A-I/O-1, A-I/O-7間、A-I/O-4, A-I/O-6間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-7間、A-I/O-4, A-I/O-6間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	I/O-1 ⇒ I/O-3、I/O-4 ⇒ I/O-2
5	A-I/O-2, A-I/O-5間、A-I/O-3, A-I/O-8間が透過 且つ A-I/O-2, A-I/O-5間、A-I/O-3, A-I/O-8間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	I/O-2 ⇒ I/O-1、I/O-3 ⇒ I/O-4
6	A-I/O-2, A-I/O-5間、A-I/O-4, A-I/O-7間が透過 且つ A-I/O-2, A-I/O-5間、A-I/O-4, A-I/O-7間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	I/O-2 ⇒ I/O-1、I/O-4 ⇒ I/O-3
7	A-I/O-2, A-I/O-8間、A-I/O-3, A-I/O-5間が透過 且つ A-I/O-2, A-I/O-8間、A-I/O-3, A-I/O-5間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	I/O-2 ⇒ I/O-4、I/O-3 ⇒ I/O-1
8	A-I/O-2, A-I/O-7間、A-I/O-4, A-I/O-5間が透過 且つ A-I/O-2, A-I/O-7間、A-I/O-4, A-I/O-5間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	I/O-2 ⇒ I/O-3、I/O-4 ⇒ I/O-1
9	A-I/O-1, A-I/O-7間、A-I/O-2, A-I/O-8間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-7間、A-I/O-2, A-I/O-8間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	I/O-1 ⇒ I/O-3、I/O-2 ⇒ I/O-4
10	A-I/O-1, A-I/O-8間、A-I/O-2, A-I/O-7間が透過 且つ A-I/O-1, A-I/O-8間、A-I/O-2, A-I/O-7間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	I/O-1 ⇒ I/O-4、I/O-2 ⇒ I/O-3
11	A-I/O-3, A-I/O-5間、A-I/O-4, A-I/O-6間が透過 且つ A-I/O-3, A-I/O-5間、A-I/O-4, A-I/O-6間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	I/O-3 ⇒ I/O-1、I/O-4 ⇒ I/O-2
12	A-I/O-3, A-I/O-6間、A-I/O-4, A-I/O-5間が透過 且つ A-I/O-3, A-I/O-6間、A-I/O-4, A-I/O-5間 を除く全ての入出力ポート間が遮断	I/O-3 ⇒ I/O-2、I/O-4 ⇒ I/O-1

従って、それぞれの波長チャンネルに対応して個別に配置された何れかの光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊ、及び、ＳＰ－ｊ（ｊ＝４ｋ＋ｑ＋１）のスイッチ状態を制御する事により表５（ａ）と表６（ａ）間、及び表５ｂ．と表６ｂ．間にそれぞれ示す対応関係に従い本発明のパス・アレンジ用光回路のそれぞれの対応する波長チャンネルにおける外部入出力ポートＩ／Ｏ－ｎ（ｎ＝１，２、３，４）間の光伝搬増幅状態を制御することができる。

【００９０】すなわち、それぞれ２つずつ外部光入力ポートおよび外部光出力ポートを有する従来の光クロスコネクト回路は、図６に示すように、クロス、バーの２種類の光伝搬増幅状態を切り替え制御できるのみであるのに対して本発明の光パス・アレンジ用光回路では、光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊを用いた場合、クロス・バーの光伝搬増幅状態の切り替え制御に加えて、外部光入出力ポートＩ／Ｏ－１、Ｉ／Ｏ－２間とＩ／Ｏ－３，Ｉ／Ｏ－４間それぞれにおいて波長チャンネル毎に個別の上り下りの２つの光伝搬増幅方向の動的切り替え制御が可能となるため、図７に示すような８通りの光

伝搬増幅状態の切り替えを制御することが可能となる。

【0091】また、光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊを用いた場合には、クロス・バーの光伝搬増幅状態の切り替え制御に加えて、外部光入出力ポートＩ／Ｏ－１、Ｉ／Ｏ－２、Ｉ／Ｏ－３、Ｉ／Ｏ－４の任意の２ポート間において波長チャンネル毎に個別の上り下りの２つの光伝搬増幅方向の動的切り替え制御が可能となるため、図８に示すような１２通りの光伝搬増幅状態の切り替えを制御することが可能となる。

【0092】この機能は、光ネットワーク上において信号光のパスを設定する際の自由度を飛躍的に拡大することができ、柔軟にトラフィック量の変動に対応できる光ネットワークを構築し制御する目的に非常に有効である。

【0093】また、現実のネットワークにおいて、いくつかの波長チャンネルのパスは固定で使用することが決まっている場合、前記光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊおよび光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊに替えて、光回路Ｓ３－ｊ、すなわち第１乃至第４の光入力ポートおよび第１乃至第４の光出力ポートを有し、第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第１の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第２の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第１の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第１の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第２の光入力ポートと第３の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第３の光入力ポートと第４の光出力ポートとの間および第４の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するか、または第４の光入力ポートと第１の光出力ポートとの間および第３の光入力ポートと第２の光出力ポートとの間で光導波路を結び、その他のすべての光入力ポートと光出力ポートを終端するかのいずれかの４入力４出力光回路Ｓ３－ｊのいずれかの前記固定のパスを実現するのに適合した４入力４出力光回路Ｓ３－ｊを配置することにより、本発明の光パス・アレンジ用光回路の簡素化を図り、不要な光スイッチ部を省くことにより、消費電力を抑えることができる。

【0094】更に、例えば図５に示す回路構成で、Ｎ＝６４、波長チャンネル間隔Δλ＝２５ＧＨｚのＮ×Ｎ ＡＷＧを光波長合分波回路として使用した場合、波長チャンネル数Ｎ／６＝１０、波長チャンネル間隔６Δλ＝１５０ＧＨｚ（～１．２ｎｍ）の光パス・アレンジ用光回路を実現できる。

【0095】また、光増幅器ＡＭＰ－ｊ（ｊ＝１、２、３、４）の光増幅部として、半導体レーザ励起の希土類添加光ファイバを用い、更にこの希土類添加ファイバとしてエルビウムファイバを用いると、光増幅器の増幅波長帯域は、分散シフトファイバの零分散波長領域を含むおよそ１．５３×１０－６ｍから１．５６×１０－６ｍの間となる。

【0096】更に、上述した図５のように、光波長合分波回路として、Ｎ×Ｎ ＡＷＧを用いると、光波長合分波回路一つ当たりの光損失は、理想的には１．０ｄＢ程度、(J.C.Chen,et.al,IEEE PTL,vol.10,No.3,pp379-381,1998)、ダブルゲートマッハ・ツェンダ型平面導波路光ＴＯスイッチ回路を用いた場合の光クロスコネクト用回路Ｓ１－ｊ、ＳＰ－ｊの損失が５ｄＢ未満（A.Himeno et.al,ECOC'96ThD.2.2)、半導体光増幅器（ＳＯＡ）型２×２光スイッチ回路を用いた場合は光クロスコネクト用回路Ｓ１－ｊ、ＳＰ－ｊの損失が０ｄＢ(I.Ogawa et.al,OFC'98PD4-1)、光サーキュレータの損失が一回透過する毎に１ｄＢ程度、光ファイバへの結合一つ当たりの損失が、およそ０．２５ｄＢ、さらに回路接続用の光ファイバが十分短いものとして、その損失を無視できるものと見積もられ、更に、光増幅器の光増幅利得を入力信号強度－２０ｄＢｍのとき、およそ３０ｄＢ（船橋他1995秋季信学会論文集C-216）と見積もると、光パス・アレンジ用光回路の正味の光増幅利得は、

【数９】３０－１．０×２－５．０（０）－１．０×２－０．２５×４＝３０－１０＝２０（２５）ｄＢ

と見積もられる。従って，中継間隔８０km平均光ファイバ損失０．２３ｄＢ／kmの光伝送システムでの各区間の損失１８．４ｄＢを保証する事が可能となる。

【００９７】また、Ｎ×Ｎ　ＡＷＧの漏話量は，通常のものがおよそ－２５ｄＢ，位相補償板を用い低いクロストーク化を図ったものでおよそ－４０ｄＢ，（山田他1997秋季信学会論文集C-3-119）と見積もられ，さらに光アイソレータのアイソレーションをおよそ４０ｄＢ、光サーキュレータのアイソレーションをおよそ５０ｄＢと見積もると、任意の波長チャンネルでの発振は通常の光増幅器と同様に抑えられる。

【００９８】また、光増幅器外部の前後に近接して存在する二つのフレネル反射（－１４ｄＢ）点と伝搬方向の異なる任意の二つの波長チャンネルでループ状に構成される光共振器を想定すると，

【数１０】３０×２（共振器一往復当たりの光増幅部の利得）－｛１４＋１．０×２＋２５〔４０〕×２｝×２（共振器一往復当たりの光損失）＝７２〔－１３２〕ｄＢ

と見積もられ，圧倒的に共振器内部損失が大きく正味の利得が得られないので、このような最悪の場合であっても本実施形態における光増幅器の発振は抑えられる。

【００９９】上述したように、本実施形態の光パス・アレンジ用光回路により、光ファイバ中をそれぞれ波長チャンネル毎に上りおよび下り方向に関して任意の伝播方向に伝播し、かつそれぞれの波長チャンネル毎に必要に応じて各々の伝搬方向を上りから下りにまたは下りから上りに切り替えるといった動的な変化を伴う２つのストリームに属する波長多重信号光をその時々に応じて信号光の伝播方向へのアイソレーションを確保しつつ光増幅し，かつ各波長チャンネル毎に光クロスコネクトを行うことにより実現される図７に示す８通りの光伝搬増幅状態を実現することができるとともに，また各波長チャンネル毎に４つの信号光入出力ポートに対してそれぞれ重複しない範囲で任意に入出力ポートを選択して，信号光を入出力させ，２つの信号光ストリームを伝搬増幅させる全ての組合せである図８に示す１２通りの光伝搬増幅状態を実現することができる。

【０１００】

【発明の効果】以上説明したように，本発明によれば、光ファイバ中をそれぞれ波長チャンネル毎に上りおよび下り方向に関して任意の伝播方向に伝播し、かつそれぞれの波長チャンネル毎に必要に応じて各々の伝搬方向を上りから下りにまたは下りから上りに切り替えるといった動的な変化を伴う２つのストリームに属する波長多重信号光をその時々に応じて信号光の伝播方向へのアイソレーションを確保しつつ光増幅し、かつ各波長チャンネル毎に光クロスコネクトを行うことにより実現される８通りの光伝搬増幅状態を実現することができる。

【０１０１】また、本発明によれば，各波長チャンネル

毎に４つの信号光入出力ポートに対してそれぞれ重複しない範囲で任意に入出力ポートを選択して、信号光を入出力させ、２つの信号光ストリームを伝搬増幅させる全ての組合せである１２通りの光伝搬増幅状態を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】アレー導波路型光合分波器の構成を示す図である。

【図２】本発明の一実施形態に使用される光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊの構成を示す図である。

【図３】本発明の一実施形態に使用される光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊの構成を示す図である。

【図４】本発明の一実施形態に係わる光パス・アレンジ用光回路の構成を示す図である。

【図５】図４に示す光パス・アレンジ用光回路に使用されている光回路部ＣＯＲＥの詳細な構成を示す図である。

【図６】従来の光クロスコネクト回路が実現する各光入力ポートおよび光出力ポート間での２つの光伝搬増幅状態を示す模式図である。

【図７】本発明の光パス・アレンジ用光回路が実現する各光入出力ポート間での代表的な８つの光伝搬増幅状態（光クロスコネクト用スイッチ回路Ｓ１－ｊおよび光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊを用いた場合）を示す模式図である。

【図８】本発明の光パス・アレンジ用光回路が実現する各光入出力ポート間での代表的な１２の光伝搬増幅状態（光クロスコネクト用スイッチＳＰ－ｊを用いた場合）を示す模式図である。

【図９】従来の光クロスコネクト回路の構成を示す図である。

【図１０】従来の光アド・ドロップ回路の構成を示す図である。

【図１１】従来の片方向光増幅器の構成を示す図である。

【図１２】光増幅器の構成を示す図である。

【符号の説明】

０－１，０－３，０－３－ｉ（ｉ＝１，２，…，ｎ）　外部光入力ポート

０－２，０－４，０－４－ｉ（ｉ＝１，２，…，ｎ）　外部光出力ポート

１－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）　光増幅器

１－ｉ－１　光増幅部

１－ｉ－２－１，１－ｉ－２－２　光アイソレータ

２－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）　光合波長合分波器

３－ｉ（ｉ＝１，２，…，ｎ）　２入力２出力クロス・バー動作光スイッチ回路

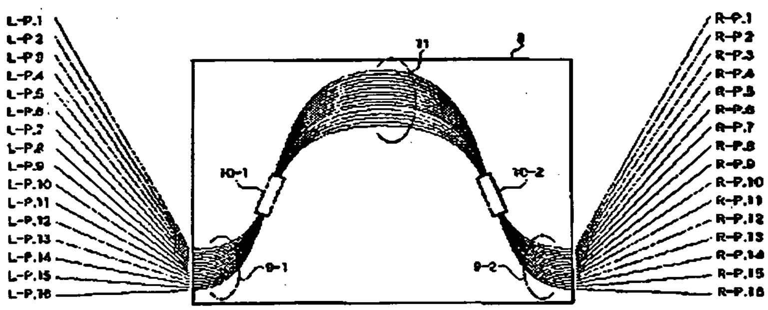
４　希土類添加光ファイバ

５－１，５－２　励起用レーザー

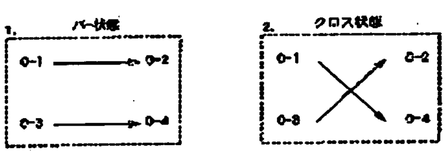
６－１，６－２　光アイソレータ

７－１，７－２　波長合分波カプラ
８　平面型導波路基盤
９－１，９－２　光入出力導波路部
１０－１，１０－２　スラブ導波路部
１１　アレー導波路グレーティング部
Ｌ－Ｐ．ｉ（ｉ＝１，２，…，ｎ）　光入出力ポート
Ｒ－Ｐ．ｉ（ｉ＝１，２，…，ｎ）　光入出力ポート
Ｓ１－ｊ（ｊ＝１，２，…，ｎ）　光クロスコネクト用スイッチ回路
Ｓ２－ｊ（ｊ＝１，２，…，ｎ）　光クロスコネクト用スイッチ回路
Ｓ－ｊ－Ｉ－ｉ（ｊ＝１，２，…，ｎ；ｉ＝１，２，３，４）　光入力ポート
Ｓ－ｊ－Ｏ－ｉ（ｊ＝１，２，…，ｎ；ｉ＝１，２，３，４）　光出力ポート
Ｓ－ｊ－ＡＤＤ－１，Ｓ－ｊ－ＡＤＤ－２　光入力ポート
Ｓ－ｊ－ＤＲＯＰ－１，Ｓ－ｊ－ＤＲＯＰ－２　光出力ポート
ＣＳ－ｉ（ｉ＝１，２，…，ｎ）　２入力２出力クロス・バー動作光スイッチ回路
ＣＳ－ｉ－Ｉ－ｊ（ｉ＝１，２，…，ｎ；ｊ＝１，２）　光入力ポート
ＣＳ－ｉ－Ｏ－ｊ（ｉ＝１，２，…，ｎ；ｊ＝１，２）＊光出力ポート
ＳＳ－ｉ（ｉ＝１，２，…，ｎ）　２×１透過結合ポート選択光スイッチ回路
ＳＳ－ｉ－Ｉ／Ｏ－Ｌ－ｊ（ｉ＝１，２，…，ｎ；ｊ＝１，２）　光入出力ポート
ＳＳ－ｉ－Ｉ／Ｏ－Ｒ－１　光入出力ポート
Ｉ／Ｏ－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）　外部光入出力ポート
ＡＤＤ－Ｉ－１，ＡＤＤ－Ｉ－２　外部光入力ポート
ＤＲＯＰ－Ｏ－１，ＤＲＯＰ－Ｏ－２　外部光出力ポート
ＣＬ－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）　光サーキュレータ（３ポート型）
ＣＬ－Ｉ／Ｏ－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）　光入出力ポート
ＣＬ－Ｉ－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）　光入力ポート
ＣＬ－Ｏ－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）　光出力ポート
ＡＭＰ－ｉ（ｉ＝１，２，３，４）　片方向光増幅器
ＣＯＲＥ　光回路部
Ａ－Ｉ／Ｏ－ｉ（ｉ＝１，２，…，１２）　光入出力ポート
ＷＭ－１，ＷＭ－２　光波長合分波回路
Ｓ３－ｉ　４入力４出力光回路

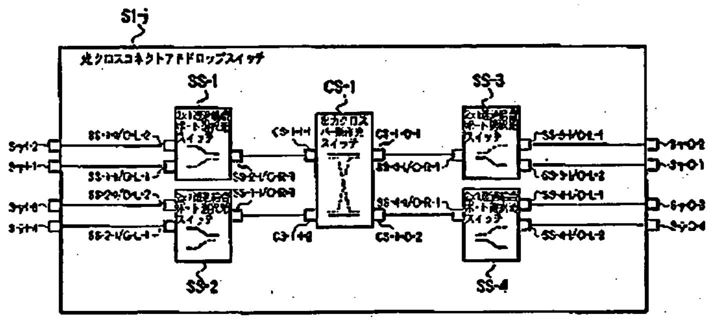
【図１】



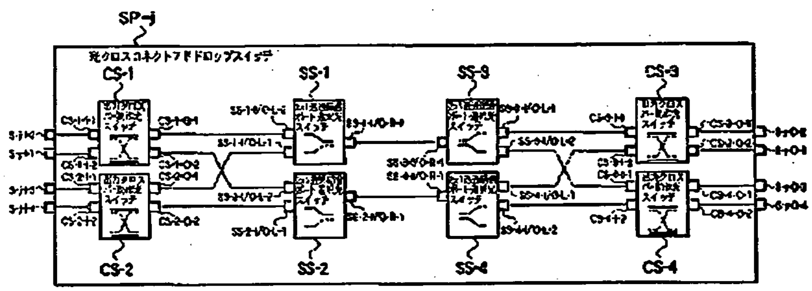
【図６】



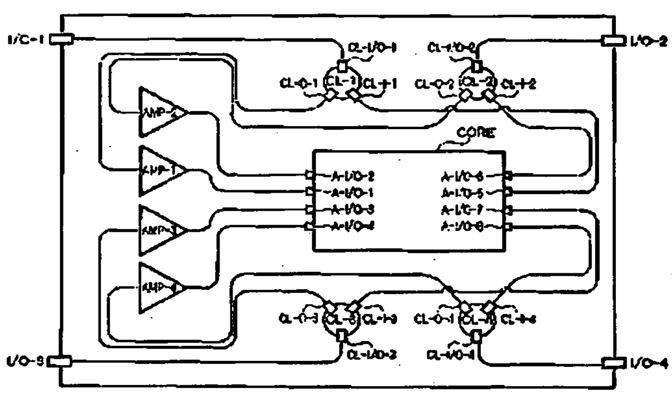
【図2】


S1-j
光クロスコネクトアドドロップスイッチ
SS-1
CS-1
SS-3
SS-2
SS-4

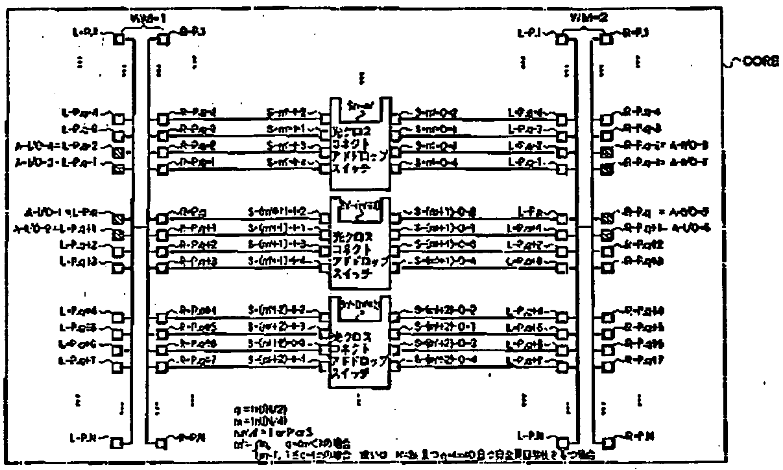
【図3】


SP-j
光クロスコネクトアドドロップスイッチ
CS-1
SS-1
SS-3
CS-3
CS-2
SS-2
SS-4
CS-4

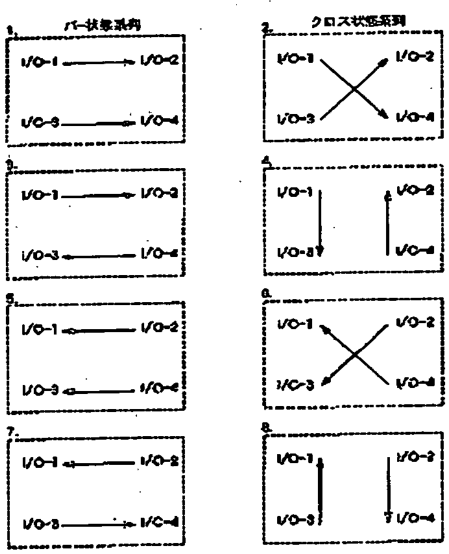
【図4】


I/O-1
I/O-2
I/O-3
I/O-4
CORE
AMP-1
AMP-2
AMP-3
AMP-4
CL-1
CL-2
A-I/O-1
A-I/O-2
A-I/O-3
A-I/O-4
A-I/O-5
A-I/O-6
A-I/O-7
A-I/O-8

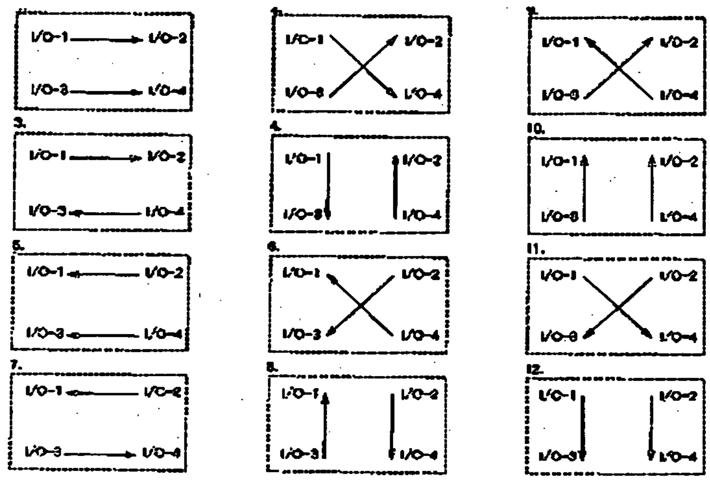
【図5】


WM-1
WM-2
CORE
光クロスコネクトアドドロップスイッチ

【図7】

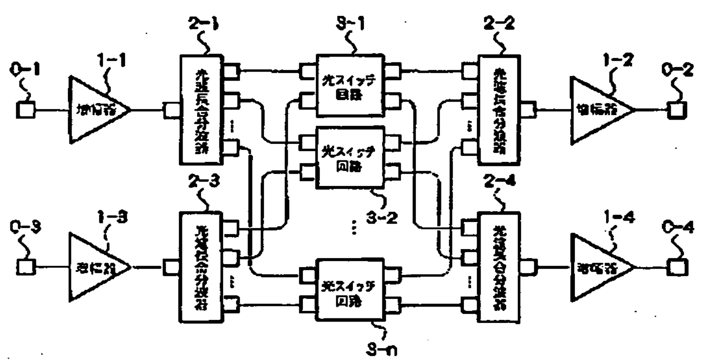

バー状態系列
クロス状態系列
I/O-1
I/O-2
I/O-3
I/O-4

【図８】



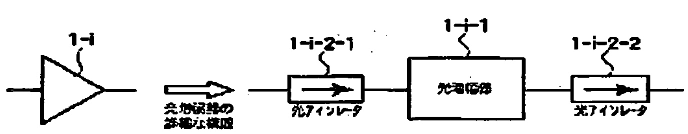
【図９】

光クロスコネクト回路

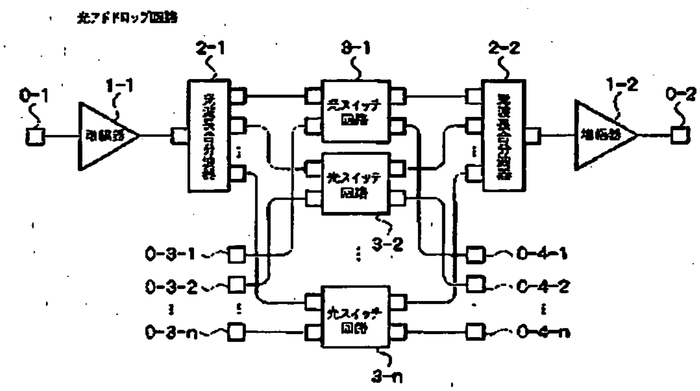


【図１１】

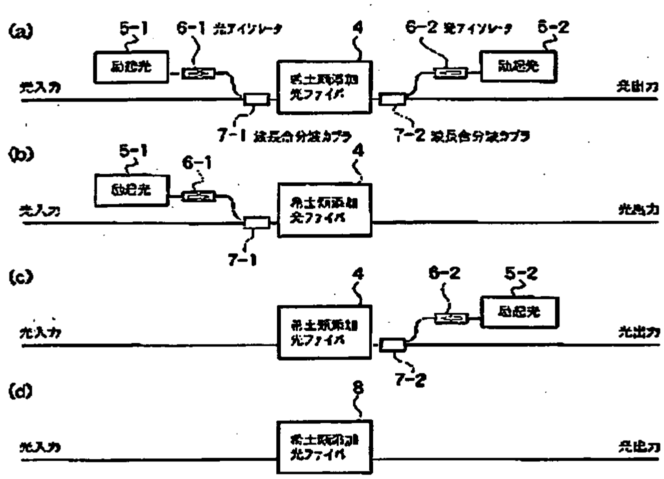
増幅器の構成



【図１０】



【図１２】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.7	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H04B 10/02			

Fターム(参考)　2H047 KA02 KA12 LA19 LA26 RA00
　　TA00
　2K002 AA02 AB30 AB34 BA06 DA08
　　DA11 GA10 HA01 HA02
　5K002 BA02 BA04 BA05 BA06 CA13
　　DA02 DA13 FA01
　5K059 AA18 BA09 CB04 CB10 DB33
　　EA21 EA24 EA28 EA29